



Учебный курс по целлюлозному заводу
производительностью 400,000 т в год в РБ



Котельное отделение теплоэлектростанции (8А)

ОАО «Китайская корпорация инжиниринга САМС» (САМСЕ)
Пекинская компания по научно-техническому развитию «Цзичэнь»
Июнь 2016 года



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



Содержание

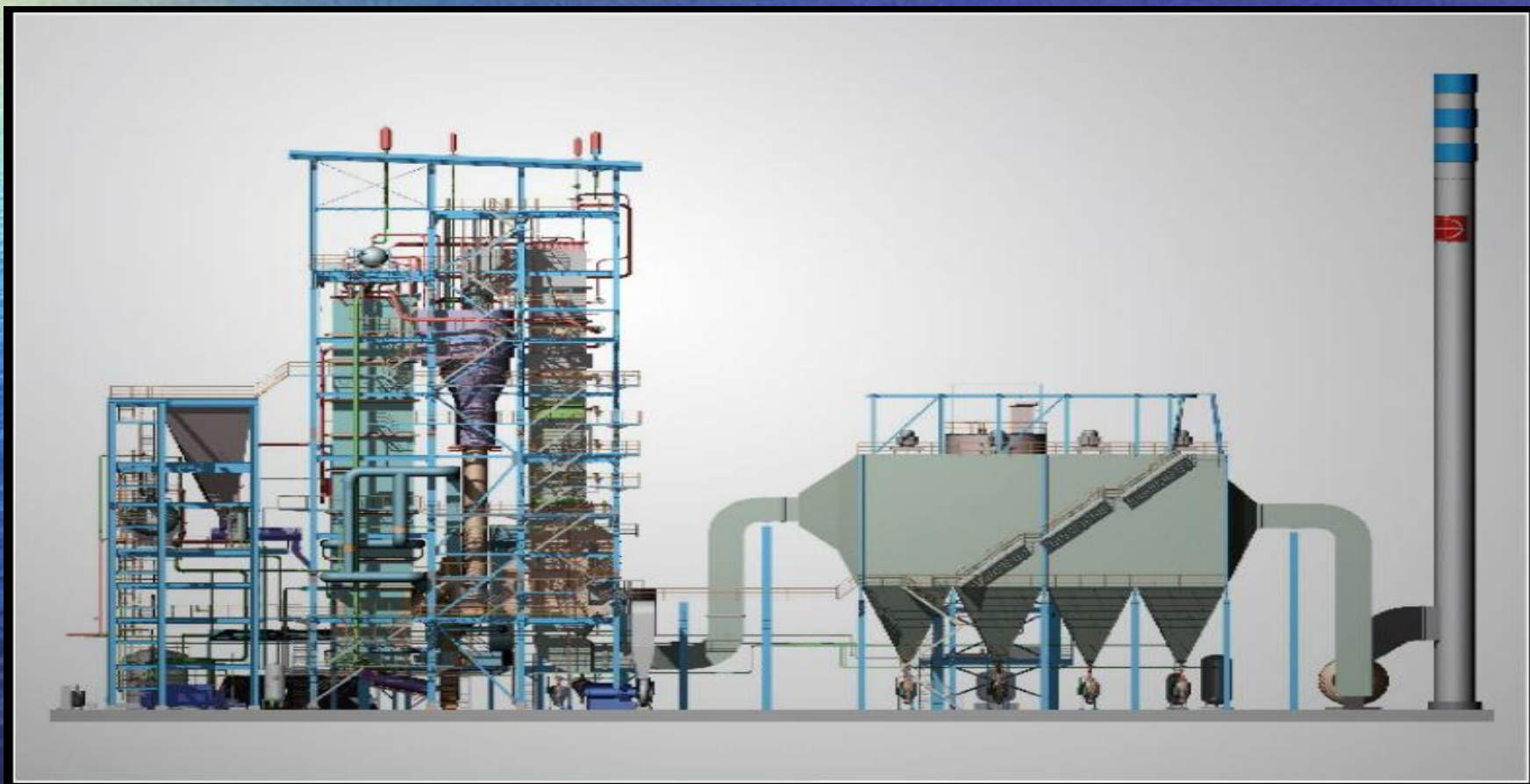
- I. Назначение производства
- II. Параметры пара
- III. Топливо, химический состав топлива
- IV. Устройство котла
- V. Характеристики элементов котла
- VI. Объем основных элементов котла
- VII. Вспомогательное оборудование котла
- VIII. Технологические параметры работы котла
- IX. Описание системы DCS и логики блокировки
- X. Эксплуатация котла
- XI. Правила безопасности
- Приложение



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



- Котел типа НХ75/9.2-IV1 представляет собой котел с циркулирующим кипящим слоем, работающий на кородревесных отходах. Изготовлен ООО Акционерной компанией топливо-энергетической промышленности "Хуаси" для ОАО «Китайской корпорации инжиниринга САМС».





Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



- 1. Назначение производства

Обессоленная вода от станции химической очистки воды в результате нагрева в котле преобразуется в пар высокого давления, после чего поступает в паровую турбину и на технологические нужды производства целлюлозы.

II. Параметры пара

Насыщенный пар: SiO_2 (Окись кремния) $\leq 20 \mu\text{g/L}$ (микрограмм/л.), Fe (Железо) ≤ 20

Перегретый пар:

Давление : $P=9.2\text{MPa}$,

Температура на выходе пара: $t=490^\circ\text{C}$, $\text{SiO}_2 < 20 \mu\text{g/L}$ (Микрограмм/л.)

- III. Топливо. Химический состав топлива

Данный котел является источником выработки пара для производства электроэнергии. В качестве горючего в основном применяются кородревесные отходы. Ил применяется в качестве вспомогательного топлива.

3.1 Анализ топлива и размер частиц:



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.

Анализ состава кородревесных отходов (расчетные данные)

Наименование		Знак	Единица	Содержание
Полученная группа	Влажность	Aar	%	2.54
	Углерод	Car	%	20.52
	Водород	Har	%	2.42
	Кислород	Oar	%	17.3
	Азот	Nar	%	0.34
	Сера	Sar	%	0.01
	Хлор	Clar	%	≤0.1
Общая влажность		Mar	%	56.87
Низшая теплота сгорания		Qnet, ar	KJ/kg	5930
Летучие вещества сухой беззольной группы		Vdaf	%	76.59

Влажность: 56.87%

Расход топлива: 338t/d (абсолютно-сухие)

Низшая теплота сгорания: 5930KJ/kg (расчет теплового значение по влажности 56.87%)

Размер топлива: длина менее 100mm, ширина менее 50mm



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



3.2 Ил:

Анализ состава:

Наименование		Знак	Единица	Содержание	Аэробный ил после исправки
Полученная группа	Зольность	Aar	%	5.17	
	Углерод	Car	%	7.06	
	Водород	Har	%	0.83	
	Кислород	Oar	%	7.8	
	Сера	Sar	%	0.05	
	Сера	Sar	%	0.01	
	Хлор	Clar	%	≤0.1	
Общая влажность		Mar	%	79.07	60
Низшая теплота сгорания		Qnet, ar	KJ/kg	310	
Летучие вещества сухой беззольной группы		Vdaf	%	66.16	

Влажность не более 79.07% (практическая влажность 60%)

Низшая теплота сгорания 310 KJ/kg

Размер: менее 50mm

Расход (Расчет абсолютно-сухого количества) 17t/d



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



3.3 Характеристика инертных материалов :

Аналитические данные составов:

Состав	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Прочие
Содержание (%)	96.26	1.47	0.42	0.15	0.35	1.35

Аналитические данные о размере частицы:

Размер зерна mm	3-2	2-1	1~0.5	0.5~0.25
Процентное отношение массы %	10	25	45	20
Характеристика, предоставленная Беларусью	3~1	2~0.8	1~0.5	0.63~0.2



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



3.4 Требования к качеству топлива:

Влажность поступающего в котел горючего обязательно должна удовлетворить требования горения котла с целью обеспечения высокоэффективной эксплуатации котла. Проектирование котла осуществляется исходя из влажности топлива, предоставляемого заказчиком. В случае, если влажность горючего и прочие параметры отклоняются от расчетных данных, это будет оказывать отрицательное влияние на характеристики котла, снижение КПД.

Кородревесные отходы, ил, поступающие в котел не должны содержать песок, камни, металл. В противном случае может нарушиться процесс псевдосжижения. Кроме неорганических компонентов топлива, не допускается содержание коррозионноактивных веществ и веществ загрязняющих окружающую среду при горении.

3.5 Растопочный воздух и его параметры:

В качестве растопочного топлива применяется природный газ. Розжиг котла осуществляется с помощью горячего воздуха под колосниковой решеткой. На главном воздушном трубопроводе, расположенном вблизи входа в воздушную камеру установлен байпас. В байпасе газовая горелка с помощью запальника поджигает природный газ для подогрева воздуха. Подогретый воздух смешивается с воздухом главного воздухопровода до 800~950°C, в качестве первичного воздуха в период зажигания входит в воздушную камеру водяного охлаждения для подогрева материалов на колосниковой решетке и разжигание топлива в топке. После выхода котла в режим нормальной эксплуатации байпас закрывается, газовая форсунка отключена от главного воздухопровода.



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



Характеристика природного газа:

№ п/п	Объект	Единица измерения	Значение
1	Анализ природного газа вспомогательного топлива		
2	Теплопроизводительность на низком уровне условиях 101.325kPa, 20°C)	ккал/м3	8010
3	Плотность (в условиях 101.325kPa, 0°C)	кг/м3	0.72
4	Давление	МПа	1.2
5	Температура	°C	20
6	Содержание сероводорода	г/м3	≤ 0.02
7	Содержание одоранта	г/м3	≤0.036
8	Масса 1 м3 механической примеси	г.	≤0.001
9	Основные химические составы (%)		
	Метан	%	98.0
	Этан	%	0.81
	Азот	%	0.81



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



3.6 Качество воды:

Продувка котла (расчет по 1% B-MCR): 0.75t/h

Подпиточная вода:

В нормальном случае (расчет по 3% B-MCR): 2.25t/h

При пуске или аварии (расчет по 8% B-MCR): 6t/h

Способ подготовки питательной воды: обратный осмос с фильтром смешанного действия

Качество питательной воды для котла удовлетворяет требования "Стандарт воды, пара теплоэлектрического генераторного агрегата и парового силового оборудования"

GB/T12145-2008:

№ п/п	Объект	Единица	Значение
1	Электропроводность	$\mu\text{S}/\text{cm}$	≤ 0.3
2	Растворённый кислород	$\mu\text{g}/\text{L}$	≤ 7
3	Железо	$\mu\text{g}/\text{L}$	≤ 30
4	Медь	$\mu\text{g}/\text{L}$	≤ 5
5	Окись кремния	$\mu\text{g}/\text{L}$	≤ 20
6	Значение pH (25°C)		8.8~9.3
7	Диамин	$\mu\text{g}/\text{L}$	10~50
8	Суммарный органический углерод	$\mu\text{g}/\text{L}$	≤ 500



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



3.7 Химикаты:

• **Фосфат:** $\text{Na}_2\text{HPO}_4 + \text{NaOH}$ (6:1), концентрация: 0.6%

Характеристика и назначение: Предохранение от накипи с помощью фосфата - поддержание фосфорнокислого радиакала в определенном количестве методом добавления фосфатного раствора. В условии кипения котловой воды и более сильной щелочности при химической реакции кальциевых ионов и фосфорнокислого радиакала в котловой воде образуется рыхлый шлак типа основного фосфата кальция, который легко отводится продувкой из котла, при этом не образует вторичную накипь.

• **Гидразин:** Молекулярная формула $\text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ Точка кипения: 113.5°C Температура вспышки: 32°C

Относительная плотность: 1.011(15°C); Концентрация более 40%

Характер и назначение: гидразин-гидрат представляет собой раскислитель. Данный раскислитель может восстановить растворённый в воде кислород и применяется для дальнейшего удаления оставшегося растворенного в котловой воде кислорода в незначительном количестве после термического раскисления. Растворенный в питательной воде кислород может вызывать коррозию стенок труб котла. Добавленный в котловую воду гидразингидрат не только может осуществлять раскисление, но и может предотвращать образование железной накипи и медной накипи.

Внешний вид и физическая характеристика: Данное изделие - бесцветная прозрачная или чуть мутная щелочная жидкость, которая имеет незначительный аммиачный запах и отличается коррозионностью, проницаемостью, может произвольно смешаться с водой, алкоголом.



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



3.8 Удельное соотношение золы и шлака котла:

При эксплуатации котла удельное соотношение золы и шлака, образовавшегося при горении, зависит от характеристик горючего и состояния горения. В соответствии с инженеринговым опытом, удельное отношение золы, шлака, образовавшегося при горении биологического горючего по техническому решению данного котла, составляет порядка 90:10, количество летучей золы составляет порядка 90%, шлака - 10%. В связи с этим при нормальной эксплуатации удалить шлак не нужно. Почти вся зола учивается. Но топливо содержит песок и камни, поэтому практически количество шлака может значительно увеличиваться и следует периодически удалять шлак с целью обеспечения качества псевдоожения. В связи с этим, при выборе шлакоотделительного и пылеуловительного оборудования, проектный институт должен учитывать достаточный допуск.

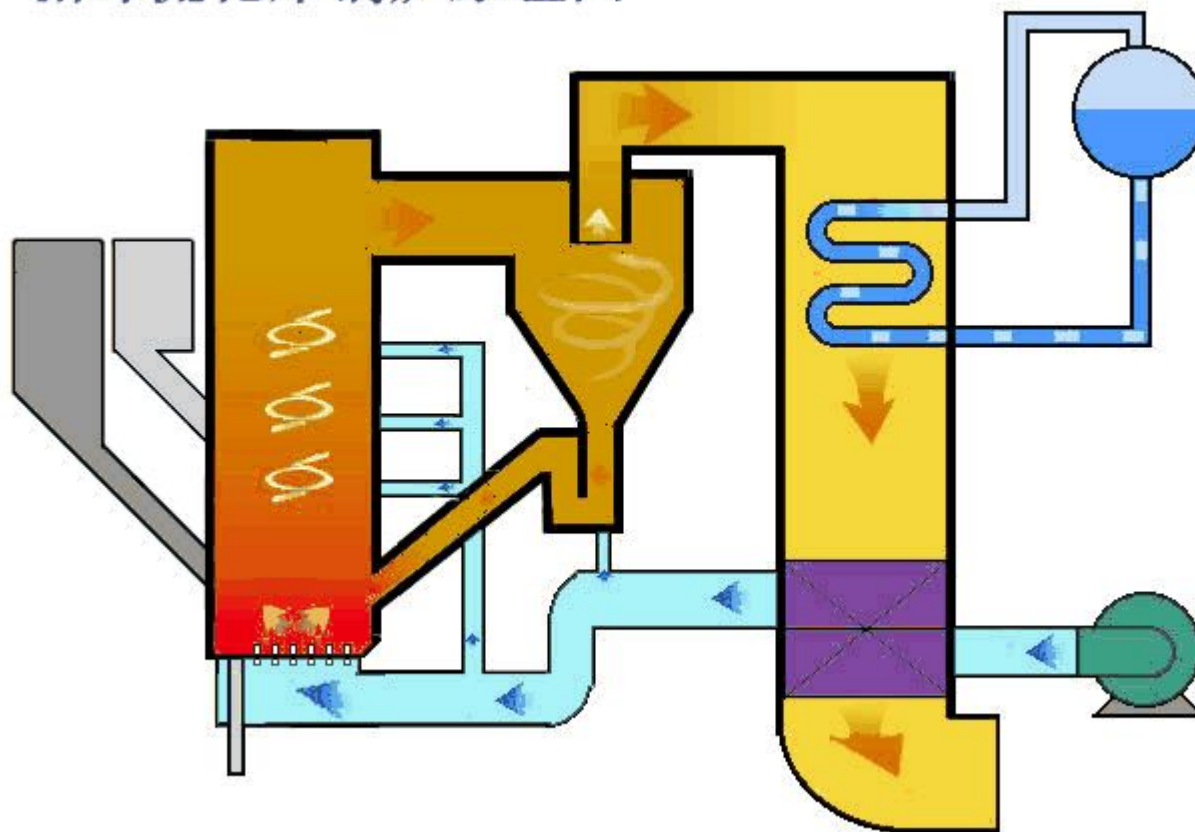


Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



● IV. Устройство котла

循环流化床锅炉原理图





Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



- 1. Параметры работы котла:

Максимальная паропроизводительность (B-MCR)	75t/h
Номинальное давление пара	9.2Mpa.g
Номинальная температура пара	490°C
Температура питательной воды (B-MCR)	120°C
Температура воздуха на входе воздухоподогревателя	20°C

- 2. Основные размеры котла:

Ширина топки (Расстояние между центральными линиями труб водяных экранов на двух сторонах)	6745 mm
Глубина топки (расстояние между центральными линиями переднего, заднего водяных экранов)	4645 mm
Отметка центральной линии барабана	36110 mm
Ширина котла	8800 mm
Глубина котла	23195 mm



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



- 3. **Общая компоновка котла типа NX75/9.2-IV1:**

Данный котел - одnobарабанный, с естественной циркуляцией, с циркулирующим псевдоожиженным слоем расположен в закрытом помещении. Котел состоит из камеры первичного воздуха, топочной камеры в верхней части которой расположен пароперегреватель IV ступени (ПП IV ст.), барабана, двух циклонных сепараторов, устройство возврата материала, двух пароохладителей, конвективной части, состоящей из опускного и выходного газоходов. В опускном газоходе сверху вниз располагаются один пакет пароперегревателя III ступени (ПП III ст.), два пакета пароперегревателя II ступени (ПП II ст.), пароперегреватель I ступени (ПП I ст.) образован панелями экранирующими часть газохода, где располагаются ПП II и III ст., далее следует четыре пакета водяного экономайзера II ступени (ВЭК II ст.), воздухоподогреватель первичного воздуха (ВЗП I), поворотный газоход с двумя бункерами золоудаления. В выходном газоходе снизу вверх расположены один пакет водяного экономайзера I ступени (ВЭК I ст.), воздухоподогреватель вторичного воздуха (ВЗП II).

Камера первичного воздуха предназначена для равномерного распределения первичного воздуха в топке котла посредством воздухораспределительной решетки. Воздух под слой инертного наполнителя от вентилятора подается по двум коллекторам $\varnothing$ мм и далее по 144 вертикально расположенным колпачкам вводится равномерно по всей площади слоя. Объем камеры образован парогенерирующими поверхностями топки из труб $\varnothing 60 \times 5$ материал 20G. Часть экранных труб задней стены топки на отм. 4700 отогнуты к фронту котла образуют потолок камеры первичного воздуха. Эти трубы, сваренные между собой полосками металла, образуют мембранную поверхность на которой смонтированы колпачки воздухораспределительного устройства. Другая часть труб задней стены топки в рассечку образует заднюю стену камеры через которую поступает первичный воздух. Боковые стены камеры образованы боковыми экранами топки. Внутренняя поверхность камеры покрыта огнестойким теплоизоляционным покрытием для сохранения температуры первичного воздуха при растопке (600-700°C) и во время работы (180°C).



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



Топочная камера является частью циркуляционного контура процесса сжигания КДО, где происходит газификация кородревесных отходов и дожигание продуктов газификации в объеме топки котла, а также сжигания природного газа. Условно топка разделена на зону плотной и зону разжиженной фазы. На отм.10713 панели фронтального и заднего экранов отогнуты на 78° к центру топки, шаг между трубами топочных экранов составляет 105 мм. Горение главным образом осуществляется в нижней части топки, где плотность материала циркулирующего кипящего слоя самая большая и их движения наиболее интенсивно, весь необходимый воздух и топливо для горения подается в эту зону за исключением первичного воздуха, поданного на воздухораспределительную решетку камеры сгорания. По фронту и тылу топочного устройства на отм.9200 и 10150 размещаются два ряда сопел вторичного воздуха. С фронта на отм.7900 предусмотрены три отверстия подачи топлива. Возврат материала после циклонного сепаратора осуществляется через возвратное устройство на отм. 10713 по двум трубам в топку на отм.6000.

Топка состоит из двух боковых, одного фронтального и заднего экранов. Передняя и задняя стена образована трубами $\varnothing 60 \times 5$, материал 20G, 64x2 шт., боковые - $\varnothing 60 \times 5$, материал 20G, 44x2 шт. Ширина топки 6745 мм, глубина 4645 мм, высота 26940 мм. В верхней части топки расположен конвективный пучок труб, образующий дополнительную парогенерирующую поверхность. Также дополнительную парогенерирующую поверхность образует защитный фестон, который предохраняет пароперегреватель IV ст. от перегрева. Через разводку труб фронтального экрана на отм.17300 заведены трубы отдельного циркуляционного контура, образующих конвективный пучок, что позволяет увеличить поверхности нагрева котла. Через разводку потолочного экрана трубы дополнительного контура заведены в коллектор на отм.33600. Питание этого контура осуществляется по одной водоопускной трубе $\varnothing 377$ мм через коллектор и три распределительные трубы.

Средняя и верхняя часть камеры сгорания выполнена мембранными экранами. В верхней части топочного устройства фронтальный экран отгибается назад на 7°, образуя свод печи, на выходе из топки трубы задней стены выполнены с разводкой для прохода дымовых газов в сепаратор. Трубы фронтального и заднего экранов заведены в общий коллектор на отм.32140.

Во избежание износа поверхностей нагрева экранов в зоне плотной фазы, свода топки, зоны выхода дымовых газов из топки укладывается огнестойкий материал, толщина которого составляет 5 мм от наружной поверхности трубы. Износостойкий материал укрепляется штифтами.

Питание экранов топки осуществляется по двум стоякам $\varnothing 377$ мм и 20 распределительных труб $\varnothing 133$ мм (по 4 шт. для боковых экранов и по 6 шт. для фронтального и заднего). Защитный экран III IV ст. запитан двумя водоопускными трубами $\varnothing 133$ мм.

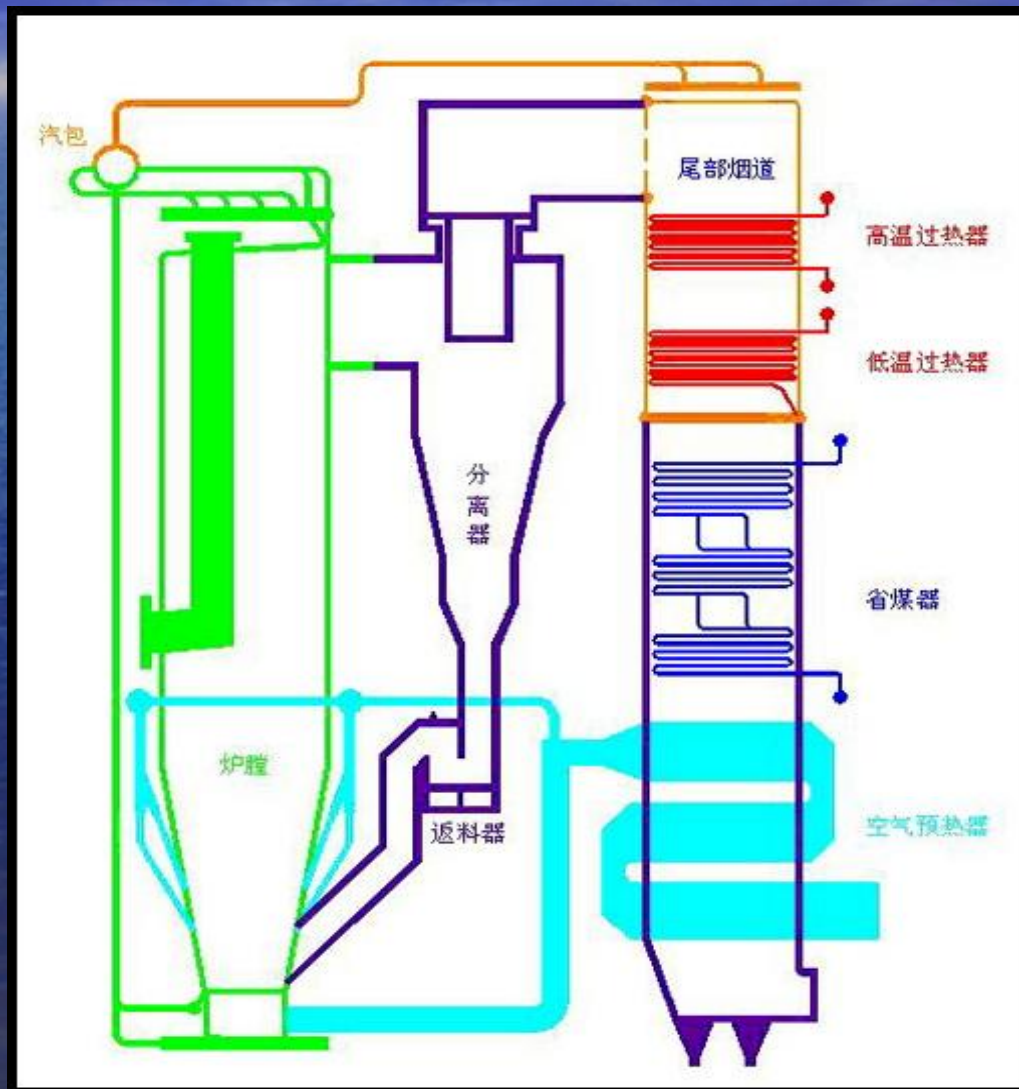
В топке предусмотрены три ввода коро-древесных отходов, три точки для удаления песка и крупных фракций, образующихся в процессе работы (одна основная и две аварийные). На правой боковой стенке, на отм.11813, установлена нагрузочная газовая горелка GP 1600 ME. . С фронта и тыла вторичный воздух подводится по воздуховодам (по 7 шт.).



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



Компоновка котла:





Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



4. Пароводяной контур котла.

Контур пароводяной системы котла включает в себя экономайзер 1ст., экономайзер 2ст., пароохладитель, барабан, настенный пароперегреватель, низкотемпературный перегреватель, среднетемпературный перегреватель, высокотемпературный перегреватель и соединительные трубопроводы.

Питательная вода подводится к входному коллектору экономайзера 1ст. противоточно течет вниз, через горизонтально расположенный трубный пакет входит в коллектор на выходе экономайзера, через соединение экономайзера входит в коллектор экономайзера 2ст., противоточно течет вверх, через горизонтально расположенный трубный пакет поступает в выходной коллектор и далее в барабан котла. В случаях нестабильного питания котла водой при растопке, останове открывается задвижка линии барабан-экономайзер во избежание парообразование воды в трубах экономайзера.

Котел с циркулирующим кипящим слоем типа NX75/9.2-IV1 представляет собой котел с естественной циркуляцией. Для питания котла водой применяется централизованная подача воды, рассредоточенный ввод, вывод. Питательная вода вводится в водяное пространство котла и через централизованную распределительную трубу. Из барабана по опускным трубам входит в коллекторы на входах водяного экрана, конвективного пучка. Протекая по трубам, расположенным в топке, получаем пароводяную смесь и через выпускные коллекторы вводится в барабан на сепарацию.

Водяные экраны и конвективный пучок образуют отдельные контуры циркуляции для обеспечения безопасности и надежности циркуляции воды. Отделенная вода вновь входит в водяное пространство барабана. Отделенный насыщенный пар выводится из соединительной трубы пара, расположенной на верху барабана.

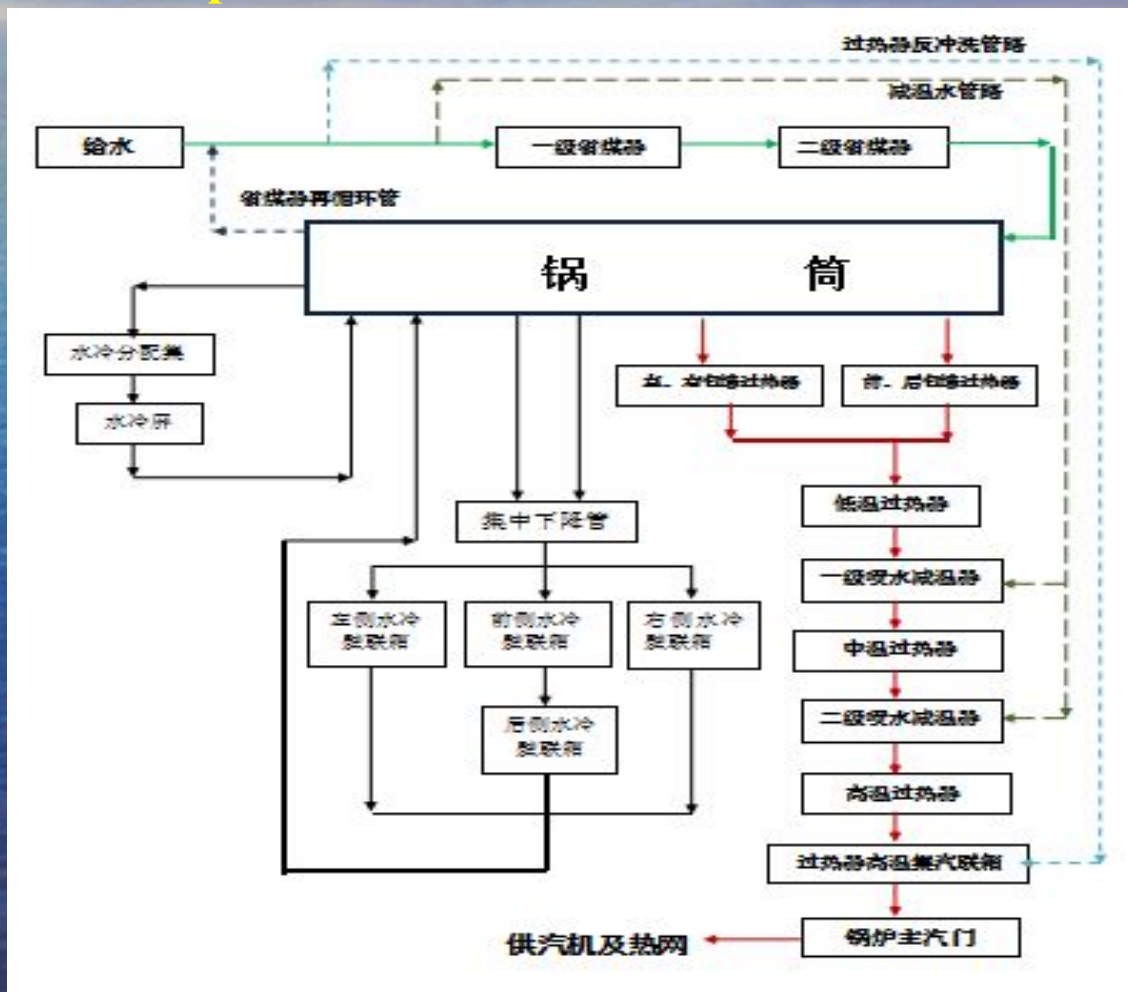
После барабана насыщенный пар через соединительную трубу вводится в коллекторы на левой и правой стенах хвостовой шахты, поочередно течет через обе боковые стены, переднюю стену, заднюю стену, собирается в коллектор на входе низкотемпературный перегреватель и осуществляет охлаждение трубного пакета низкотемпературного перегревателя, потом с одной стороны котла отводится к пароохладителю 1ст, после охлаждения входит в коллектор на входе среднетемпературного перегревателя и осуществляет охлаждения трубного пакета среднетемпературного перегревателя; потом с одной стороны котла отводится к пароохладителю 2ст., после охлаждения пар поступает на высокотемпературный перегреватель, расположенному в верхней задней части топки. Система перегрева применяет гибко регулируемое водоструйное охлаждение в качестве средства регулирования температуры пара и защиты поверхности нагрева. Система пароохладителя двухступенчатая.



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



- Блок-схема пароводяной системы:





Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



5. Газовоздушная система:

Пуск и поддержание циркуляции материалов в котле с циркулирующим кипящим слоем осуществляется кинематической энергией, создаваемой вентиляторами и дымососом.

После вентилятора первичного воздуха и нагрева в воздухоподогревателе 1ст. газоход разделяется на два потока. Часть воздуха поступает в изотермическую камеру, расположенную в нижней части топки. Проходя через воздухораспределительную решетку инертные материалы приобретают свойства псевдосжижения и образуют газофазный поток, который поднимается вверх топки. Вторая часть поступает к шнекам топливоподачи в топку на распыл топлива.

После вентилятора вторичного воздуха и нагрева в воздухоподогревателе 2ст. Вторичный воздух поступает в среднюю часть топки, по отдельному воздуховоду воздух поступает на нагрузочную газовую горелку GP1600.

Две воздуходувки, расположенные на отм.0 нагнетают воздух в систему инертных материалов устройства возврата материалов в качестве уплотнительного воздуха.

Дымовые газы и унесенные им твердые вещества отводятся из топки, через разводку экранных труб задней стены топки газохода и поступают в циклонные сепараторы. В сепараторе большинство частиц материалов отделяется от дымовых газов, которые через центральную трубу циклонного сепаратора выводятся в хвостовую часть котла, где омывают конвективные поверхности нагрева (экономайзер, воздухоподогреватель, пароперегреватель). Далее дымовые газы поступают в электрофильтр и дымососом транспортируются через дымовую трубу в атмосферу.

6. Процессы циркуляции материалов:

При пуске котла из холодного состояния после загрузки инертных материалов кипящего слоя производится розжиг газовой горелки воздушного канала. Подогрев воздуха для горения проводится до 870°C. Потом воздух для горения подается в кипящий слой через воздухораспределительную решетку с водяным охлаждением. После того, как температура кипящего слоя достигает 600°C и поддерживается стабильной, по трем шнекам поступает топливо от передней стены в зону плотной фазы нижней части топки.



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



Воздух топки разделяется на первичный и вторичный, подается соответственно в нижнюю и среднюю часть топки. При нормальной эксплуатации в режиме В-МСР первичный воздух, который составляет 45% общего количества, в качестве воздуха для горения и среды псевдосжижения поступает в воздушную камеру топки. Вторичный воздух по двум воздуховодам вводится в среднюю часть топки для горения. При этом ступенчато расположенный вторичный воздух может создать местную восстановительную атмосферу в топке, предотвращающую образование NO_x окисла азота. После включения в работу нагрузочной газовой горелки паропроизводительность повышается до 75t/h.

При температуре в нижней части топки 700°C воздух и топливо смешаются в зоне плотной фазы, при этом отводится часть теплоты; несгоревшие материалы унесенные дымовыми газами в зону разбавленной фазы, в верхней части топки окончательно догорают.

Возникшие при горении дымовые газы и инертные материалы, пройдя через конвективный пучок, расположенный на задней части топки, высокотемпературный перегреватель, два теплоизолированных циклонных сепаратора отделяются от твердых веществ. После сепарации дымовые газы содержащие золу в небольшом количестве по центральной трубе сепаратора входят в хвостовую шахту на теплообмен со среднетемпературным перегревателем, низкотемпературным перегревателем, экономайзером 1ст., воздухоподогревателем 1ст., экономайзером 2ст., воздухоподогревателем 2ст. На выходе температура дымового газа уже понизилась до 150°C . Уловленный сепаратором инертный материал через расположенный в нижней части стояк и устройство возврата материалов обратно подается в топку на циркуляцию.

В нижней части воздушной камеры с водяным охлаждением установлено одно окно шлакоудаления. Дозируя количество удаляемого шлака, давление кипящего слоя поддерживается в необходимых пределах.



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



- **7. Система подачи топлива и удаления шлака:**

Питательная система котла централизованно расположена на фронтальной стене. До котла установлено 3 винтовых шнека. Описание питательной системы до котла приведено в соответствующих инструкциях по монтажу и эксплуатации.

Кроме того, на устройстве возврата материалов установлено окно добавления инертных материалов и окно добавления балласта. Окно добавления инертных материалов – ввод для материалов, которые нужно добавить при нормальной эксплуатации котла; Окно добавления балласта - ввод материалов, которые нужно добавить перед пуском котла. Данные 2 окна добавления материалов выполняются системой добавления материалов. Конкретная конструкция приведена в соответствующих материалах проектного института в разделе «Система добавления материалов».

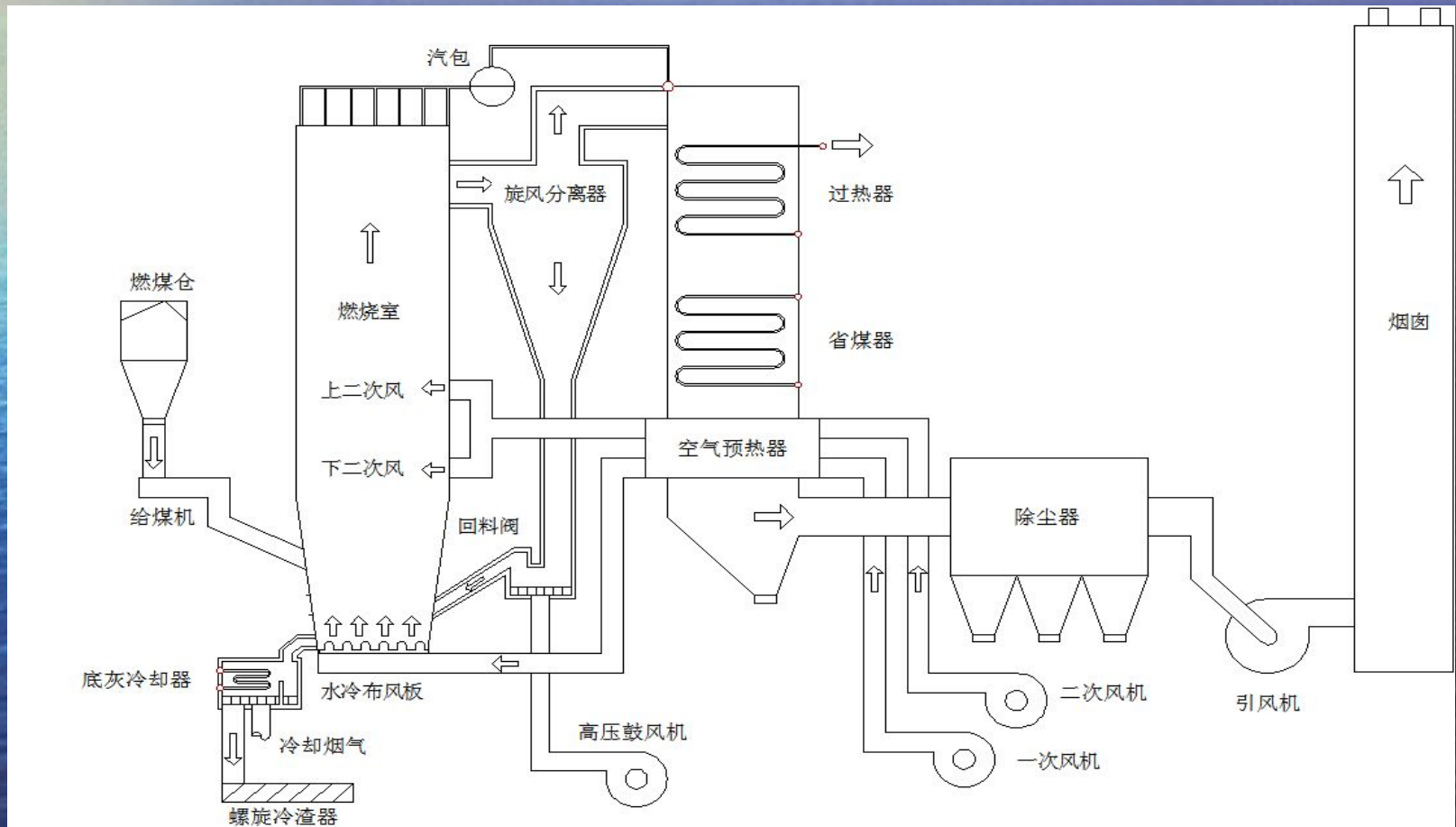
Удаление шлака непрерывное(удаление шлака на нижней части).



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



- **Схема котла с циркуляционным кипящим слоем**





Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



8. Система расширения:

В соответствии с компоновкой котла и опорно-подвесной системой установлены 8 расширительных центров (расширительной нулевой точкой): центральная линия задней стены топки, центральная линия опоры циклонного сепаратора (2 шт.), центр опоры устройства возврата материалов "J" клапана, центральная линия передней стены HRA, центральная линия воздухоподогревателя вторичного воздуха и центр опоры воздухоподогревателя первичного воздуха. Через упорное устройство, направляющее устройство разные расширительные системы расширяются, применяя собственные центры в качестве нулевых точек. Направляющее устройства теплового расширения еще может передавать ветровую и сейсмическую горизонтальную нагрузку стальной конструкции.

Водяной экран топки котла, дымовая труба на выходе циклонного сепаратора и хвостовая стена подвешиваются на потолке, расширяются сверху вниз; Через упорное устройство жесткой балки левое и правая часть топки расширяются в обе стороны, применяя центральную линию в качестве нулевой точки; через упорное устройство жесткой балки поверхность нагрева на хвосте расширяются в обе стороны, применяя симметрическую центральную линию котла в качестве нулевой точки. Применяя свою опорную поверхность в качестве базиса, устройство возврата материалов и воздухоподогреватель расширяются вверх. Расширение вперед, назад и влево, вправо представляет собой симметричное расширение.

С учетом уплотнения и надежности эксплуатации котла применяется соединение неметаллическим расширительным звеном между топкой и циклонным сепаратором; т.к. разность температуры теплоизолированного циклонного сепаратора и устройства возврата материалов, дымовой трубы на выходе высокая. В связи с этим применяется отдельная опора на раме, соединение устройства возврата материалов с окном возврата материалов топки и конической секцией сепаратора осуществляется металлическими расширительными звеньями. Разность расширения между ними компенсируется.



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



Разность расширения дымовой трубы на выходе сепаратора и хвостовой шахтой большая. В связи с этим применяются неметаллические расширительные звенья с целью обеспечения надежности соединения. Разность расширения подвесной конвективной шахты и опорного воздухоподогревателя большая. В связи с тем применяются неметаллические расширительные звенья.

Между трубными пучками, которые пересекают стену, и трубными панелями на данных местах предусмотрено уплотнение, крепление сваркой или гибкое уплотнение через расширительные звенья с целью адаптации к тепловому расширению и требованиям изменения нагрузки.

Прочие коллекторы и соединительные трубы паровой системы применяют упругие подвески или через зажимы, опоры, упорные устройства закреплены на соответствующих водяных экранах или трубных панелях стены за исключением жестких подвесных опор для подвесных точек барабанов, подвесных точек на передней стене водяного экрана, водяного экрана и коллектора на конвективном пучке, трубопровода насыщенного пара, горизонтальной трубы и дымовой трубы на выходе, коллектора на стене и подвесных точек.

Корпус котла оснащен индикатором расширения.

- **9. Система продувки пыли:**

В районе средне-, низкотемпературных перегревателей установлено всего 6 обдувочных аппаратов, которые расположены на левой боковой стене.

На боковой стене в районе экономайзера установлено 12 обдувочных аппарата.

На месте воздухоподогревателя установлено 4 обдувочных аппарата.

См. "Схему системы продувки пыли для корпуса котла"



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



- **V. Характеристики элементов котла:**
- **1. Экономайзер**

Сечение дымовой трубы в зоне экономайзера: 3180×4680. Экономайзер установлен в хвостовой части котла и состоит из двух ступеней. Всего 5 пакетов, характеристика труб - гладкие трубы 32×5 20G, по ширине 62 шт., поперечный шаг трубы 75, продольный средний шаг 45.

Для труб экономайзера применена защита от износа. Между входом трубы экономайзера и стеной установлены планка равномернораспределения потока, которая предотвращает овальное течение. Для переднего ряда труб каждого трубного пакет установлена износостойкая перекрывающая пластина.

Питательная вода вводится в входной коллектор экономайзера, проходит трубный пакет экономайзера, далее через выходной коллектор экономайзера через соединительную трубу вводится в барабан. На входе в экономайзер смонтирован промывной трубопровод.



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



- 2. Барабан и внутреннее оборудование барабана:

Барабан расположен на отм.34800 с фронта котла. Барабан предназначен для снабжения циркуляционного контура котла водой. В барабане установлено сепарационное оборудование, труба загрузки реагентов, питательная распределительная труба и сточная труба. Внутренний диаметр барабана составляет 1600mm, длина прямого участка корпуса барабана составляет 5.5 m (не включая сферическое днище).

Внутрибарабанные устройства:

- Горизонтальный пароотделитель -- всего 20 шт., параллельно расположены в двух рядах.
- Сушильный шкаф--"W"-образный волнистый пластинчатый сушильный шкаф, всего 8 шт.
- Питательная распределительная труба -- Два конца питательной трубы вводятся в барабан. По длине барабана вода распределяется с помощью дырчатой трубы.
- Труба непрерывной продувки - дырчатая труба. С помощью тройника дырчатые трубы собираются в одну трубу и один конец выводится.
- Труба загрузки реагентов -- как вышеизложено.





Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



По длине барабана установлены дугообразные стопорные планки. Нижняя половина барабана образует одно зарубашечное пространство. Пароводяная смесь, выводимая из пароводяной трубы, входит в данную рубашку и далее в горизонтальный пароотделитель на первичную сепарацию. Через центральный направляющий цилиндр пар входит в верхнее пространство, входит в сушильный шкаф, вода по стенке через водоотводное отверстие и стальную сетку входит в нижнюю часть барабана. Стальная сетка ослабляет динамическую энергию водоотвода и позволяет осуществлять выброс пара в паровое пространство. Вторичная сепарация пара выполняется в сушильном шкафу. Скорость пара в сушильном шкафу понижается за счет изменения направления движения. Вода, ударяясь о волнистую планку за счет силы гравитации стекает в нижнюю часть барабана. Подвергшийся вторичной сепарации пар течет в паросборную камеру и отводится через паровую соединительную трубу, расположенную в верхней части барабана.

Отсепарированная вода поступает в водяное пространство барабана, через устройство защиты от воронок входит в центральную спускную трубу и принимает участие в следующем цикле.

Управление уровнем в барабане влияет на безопасность эксплуатации котла. В связи с тем здесь необходимо описать несколько уровней котла.

Управление уровнем автоматизировано. Оператор может корректировать уровень, управляя производительностью питательного насоса или через регулирующий клапан. Нормальный уровень данного котла находится на высоте 76 mm под центральной линией барабана. Долгосрочная эксплуатация при уровне, который выше или ниже, чем данный уровень, будет оказывать влияние на свойства сепаратора. DCS выдает сигнализацию в случае, если уровень барабана выше, чем нормальный уровень 125 mm (максимальный безопасный уровень или высокий уровень сигнализации); Автоматический останов котла проводится в случае, если уровень выше, чем нормальный уровень 200mm (масимальный уровень или высокий уровень отключения). Высокий уровень снижает способность сепаратора по отделению пара от воды, низкий уровень тоже вызывать понижение коэффициента сепаратора. Влажный пар отводится из барабана и входит пароперегреватель. DCS выдает сигнал если уровень барабана ниже, чем нормальный уровень 200 mm (минимальный безопасный уровень или низкий уровень сигнализации); Автоматический останов котла проводится в случае, если уровень ниже, чем нормальный уровень 280mm (минимальный уровень или низкий уровень отключения). Унесенная паром влага может вызывать накопление твердых веществ на стенке трубы перегревателя и лопатках паротрубины, это оказывает серьезное влияние на безопасную экономическую эксплуатацию электрической станции. В связи с тем DCS и операторы должны контролировать уровень воды в барабане.



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



Для контроля уровня воды барабан оснащен:

Двумя уравнительными сосудами: на левом и правом днище по одному, применяются вместе с датчиком дифференциального давления. Наблюдение уровня воды в барабане проводится и выдаются сигналы дифференциального давления при изменении уровня воды.

Двухцветный уровнемер без слепой зоны установлен на обеих сторонах, по одному на левом и правом днище в качестве местного уровнемера, наблюдение и проверка уровня воды в барабане;

Уровнемер с электрическими контактами: установлены на обеих сторонах, по одному на левом и правом днище, имеет 19 электрических контактов, имеет функции звукооптической сигнализации, вывода блокирующих сигналов, предназначены для сигнализации высокого, низкого уровня и индикации, защиты.

- **3. Топка**

Циркулирующий контур твердых частиц состоит из камеры сгорания, горизонтального газохода, спирального сепаратора и устройства возврата материалов, предстает собой сердце котла с циркуляционным кипящим слоем.

Камера сгорания состоит из передней стены, задней стены, двух боковых стен водяного экрана. Ширина 6745mm, глубина 4645mm. Камера сгорания разделяется на изобарическую воздушную камеру, образованную экранными трубами.



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



Первичный воздух по воздуховоду поступает в воздушную камеру водяного охлаждения, расположенную в нижней части камеры сгорания. Задний экран топки, огибая образует воздушную камеру. Структура – мембранная панель, которая состоит из трубы водяного экрана AE60 и полосы. Для воздушной камеры водяного охлаждения установлен огнестойкий, теплоизоляционный материал способный противостоять температуре 700°C при пуске котла. Соединение воздушной камеры водяного охлаждения с камерой сгорания выполнено через воздухораспределительную решетку с водяным охлаждением и огнестойким слоем. Воздухораспределительная решетка сварена из трубы водяного экрана и полосы. На полосе установлены воздухораспределительные колпачки для равномерного распределения инертных материалов, при этом отвода больших частиц и вошедших в котел посторонних предметов к шлаковывпускному окну. Отметка воздухораспределительной планки составляет 4700mm .

Условно топка разделяется на верхнюю часть, нижнюю часть. Нижнее продольное сечение – трапециевидальная форма, в которой водяной экран передней стены, водяной экран задней стены пересекает горизонтальную плоскость под углом 78° . Шаг труб передней, задней стен водяного экрана, двух боковых стен составляет 105mm , характеристика AE60 . Горение в основном осуществляется в верхней части камеры сгорания, т. е. на средних и вышестоящих элементах водяного экрана. Здесь инертные материалы самые плотные, при этом движение самое жестокое. Весь воздух и топливо, необходимые для сгорания, данной частью подается в камеру сгорания. Первичный воздух входит в камеру сгорания с помощью воздухораспределительной планки. Кроме того, на передней, задней стенах топки еще установлено отверстия вторичного воздуха в двух рядах, которые могут гибко регулировать расход вторичного воздуха на верхнем, нижнем слоях.



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



На фронтальной стене в нижней части топки установлено три окна подачи топлива.

Измерительные элементы, которые предназначены для измерения температуры и давления инертных материалов, находятся под топкой. Приходящие от циклонного сепаратора рециркуляционные инертные материалы через устройство возврата материалов возвращаются в нижнюю часть камеры сгорания.

Через фронтальный водяной экран котла заведен дополнительный циркуляционный контур-конвективный пучок с целью увеличения поверхности нагрева. Вода отводится из барабана через две опускающиеся трубы и питает конвективный пучок. Трубы конвективного пучка проходят через трубы фронтального водяного экрана, поднимаются вверх, проходят через верх камеры сгорания и возвращаются в барабан.

Средняя часть, верхняя часть камеры сгорания состоит из мембранного водяного экрана. Наверху топки передняя стена отгибается на заднюю часть котла на 7° и образует потолок топки. Трубы задней стены совместно с фронтальными заведены в коллектор на отс.32000. Одна из каждой трех труб задней стены применяется в качестве подвесной трубы, прочие трубы выводятся из котла и образуют дымовую трубу на выходе.

Во избежание повреждения поверхности нагрева от абразивного износа на водяном экране в нижней зоне плотной фазы, потолке топки и зоне отверстий топки, на месте наклона и поворота водяного экрана в топке нанесен защитный материал. Толщина составляет 25mm. Крепление износостойких материалов осуществляется штифтами.

Подача котловой воды в контуры циркуляции осуществляется двумя опускающимися трубами 377, двумя отдельными опускающимися трубами 133, одной опускающейся трубой 273 и двадцатью соединительными трубами 133. На боковых стенах установлено по 4 соединительных трубы, на фронтальной и задней стене установлено по 6 труб.

На фронтальной и задней стене вторичный воздух подается по 7 трубам.



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.

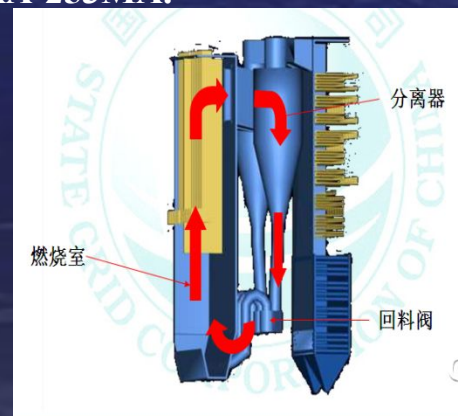


● 4. Циклонный сепаратор

На выходе из топки установлено 2 теплоизолированных циклонных сепаратора с верхним выхлопом. Дымовая труба на участке входа разделяется на левую, правую стороны. Вход на прямом участке корпуса барабана сепаратора 3600x550mm, внутренний диаметр сепаратора $\phi 2960$ mm, диаметр трубы на выходе дымового газа $\phi 1520$ mm, глубина в сепаратор 3240mm, высота прямого участка сепаратора 6000mm, высота конуса 3800mm, внутренний диаметр трубы золоудаления 500mm.

В качестве внутреннего покрытия сепаратора применяется износостойкий, огнестойкий материал толщиной 320mm (износостойкий заливочный материал из стального волокна 100mm+теплоизоляционный заливочный материал 70mm+микропористый кремнекислый кальций 150mm). Форма верхней части сепаратора - цилиндрическая форма, нижней - конусной.

Крепление износостойких материалов осуществляется штифтами. Характеристика трубы на выходе циклонного сепаратора - $\Phi 1520 \times 10$. Труба изготовлена из высокотемпературной высокопрочной антикоррозионной износостойкой листовой стали RA-253MA.





Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



5. Устройство возврата материалов

Под сепаратором установлен немеханический клапан возврата материалов, который опирается на балку рамы. Возврат материалов - самобалансирующийся. Для данного котла применяется механизм возврата материалов типа уплотнителя контура (loop seal). Диаметр трубы на выходе и диаметр стояка одинаковые. Внутри их установлено прямоугольное пространство, которое перегородками разделяется на две решетки: приемная камера и камера возврата материалов.

В устройстве возврата материалов, которое данный котел применяет, используются воздушные колпачки. В качестве воздуховпускной трубы камеры возврата материалов применяется труба $\Phi 219\text{mm}$; приемной - $\Phi 133\text{mm}$. Впуск воздуха проводится с правой боковой стороны воздухоудочной коробки.

Соединение гибкими расширительными звеньями предусмотрено между сепаратором и устройством возврата материалов,

Устройство возврата материалов имеет две ключевых функции: непрерывный стабильный возврат рециркуляционных инертных материалов из циклонного сепаратора в топку; уплотнения между вакуумом циклонного сепаратора и положительным давлением нижней топки. Статическое давление сепаратора равно атмосферному давлению, но в месте ввода материалов в топку давление первичного воздуха, вторичного воздуха очень высокое. В связи с тем необходимо обеспечить уплотнение между ними. В противном случае дымовые газы камеры сгорания будут обратно перетекать в сепаратор. Данная цель достигается тем, что устройство возврата материалов создает уровень материалов в стояке с помощью материалов на выходе, расположенном на нижней части сепаратора. Подача воздуха для устройства возврата материалов осуществляется воздуходувкой типа Рутса. Точный расход воздуха устройства возврата материалов измеряется в нижней точке воздухоудочной коробки и регулируется ручным и электрическим клапанами с целью обеспечения подачи воздуха в установленном количестве. Над устройством возврата материалов еще установлено окно добавления инертных пусковых материалов и окно добавления инертных материалов. На нижней части устройства возврата материалов установлен аварийное окно шлакоудаления, предназначенное для шлакоудаления при ремонте и аварии. Данное окно шлакоудаления не включено в систему шлакоудаления.

В устройстве возврата материалов применен износостойкий огнестойкий материал (заливочный материал из стального волокна 120mm +теплоизоляционный заливочный материал 175mm). Внутренний диаметр составляет 500mm . Крепление износостойких материалов осуществляется штифтами.



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



- 6. **Конвективная поверхность нагрева**

Хвостовой конвективный газоход имеет сечение 4680mm (ширина) × 2760mm (глубина). В верхней части газохода размещен настенный пароперегреватель. Отметка нижней части стены составляет 24100mm. Стены газохода под данной отметкой покрыты листовой сталью. В хвостовой части газохода расположены горизонтальные трубные пакеты воздухоподогревателя, экономайзера, среднетемпературного перегревателя, низкотемпературного перегревателя.

Все панели настенного перегревателя соединены входными и выходными коллекторами. На входе дымовых газов в верхней части фронтальной стены настенного перегревателя разводка труб с шагом 120mm увеличивается до 360mm, в результате чего образует канал дымового газа на входе. Верхняя часть трубы задней стены изгибается в направлении передней стены и образует потолок хвостовой шахты, характеристика труб всех стен Ф38×5, труба Ф63.5 применяется в качестве подвесной трубы дымовой трубы на входе передней стены. Характеристика верхнего, нижнего коллекторов передней стены Ф273. Характеристика верхнего, нижнего коллекторов боковой стены и коллектора на входе низкотемпературного перегревателя Ф219.

- 7. **Низкотемпературный перегреватель**

Низкотемпературный перегреватель находится в газоходе конвективной шахты. Два трубных пакета расположено горизонтально противоточно движению дымовых газов. Диаметр трубы ф38×5, трубный пакет применяет трубы 20G. Для передних двух рядов трубного пакета установлены износостойкие накладки. Низкотемпературные перегреватели расположены последовательно, противоточно.

Для низкотемпературных перегревателей применяются обычные меры по защите от износа: Между входом трубы каждой группы трубного пакета низкотемпературного перегревателя установлен интерсектор защиты дымового газа от овражного течения. Для наветренной стороны переднего ряда труб каждого трубного пакета низкотемпературного перегревателя применяется износостойкая пластина.



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



- **8. Пароохладитель 1ст.**

Водоструйная охладительная установка установлена на паровой соединительной трубе между коллектором на выходе низкотемпературного перегревателя и коллектором на входе среднетемпературного перегревателя. В одноступенчатой водоструйной охладительной установке установлена струйная трубка и комбинированный патрон. Комбинированный патрон установлен внизу струйной трубки и предназначен для защиты охладителя от теплового удара. На трубопроводе охладительной воды установлено устройство измерения температуры и расхода для измерения расхода вошедшей в охладитель воды и температуры до и после охладителя.

Крепление коллектора первичного охладителя для 219 осуществляется через пружинную подвеску вне шага колонн.

- **9. Среднетемпературный пароперегреватель**

Среднетемпературный пароперегреватель находится в конвективном газоходе. Низкотемпературный перегреватель в виде двухтрубного пакета расположен ниже. Пароперегреватель змеевикового типа. Диаметр трубы $\phi 38 \times 5$, в трубном пакете применен материал 12Cr1MoVG. Для передних двух рядов трубного пакета требуется установить износостойкие накладки. Среднетемпературные перегреватели расположены последовательно, противоточно.

Для среднетемпературных перегревателей применяются меры по защите от износа. На наружных трубах пакета низкотемпературного пароперегревателя установлен обтекатель (износостойкая пластина) для защиты от дымовых газов.



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



- **10. Пароохладитель 2ст.**

Водоструйная охладительная установка установлена на паровой соединительной трубе между коллектором на выходе среднетемпературного перегревателя и коллектором на входе высокотемпературного перегревателя, расположенного в верхней части топки. В водоструйной охладительной установке установлена струйная трубка и комбинированный патрон. Комбинированный патрон установлен внизу струйной трубки и предназначен для защиты охладителя от теплового удара. На трубопроводе охладительной воды установлено устройство измерения температуры и расхода для измерения расхода вошедшей в охладитель воды и температуры до и после охладителя. Характеристика корпуса барабана 219.

- **11. Высокотемпературный перегреватель**

Пар выходит из пароохладительной установки 2ст. и через соединительную трубу вводится в коллектор на входе высокотемпературного пароперегревателя, расположенного в верхней части конвективного газохода.

Трубный пучок высокотемпературного перегревателя подвешивается в топке через экранную трубу на потолке, расположен перпендикулярно движению дымовых газов. Пароперегреватель змеевикового типа. Диаметр трубы $\phi 38 \times 5$, поперечный шаг труб $S_1 = 210 \text{ mm}$, продольная ширина трубного пакета 1620 mm , количество поперечных рядов 31, количество поперечных рядов 20. Для 2 передних рядов предусмотрена износостойкая накладка. Материал высокотемпературного перегревателя SA-213 TP347H.



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



12. Воздухоподогреватель.

Горизонтальный трубчатый воздухоподогреватель расположен в конвективном газоходе котла. Трубные пакеты вторичного и первичного воздуха последовательно расположены. Расчетное сечение газохода первичного воздуха 4560×3180mm, вторичного - 4560×3180mm.

Материал 1 пакета воздухоподогревателя первичного воздуха Q215-A, 2 пакет воздухоподогревателя первичного воздуха и воздухоподогреватель вторичного воздуха применяет сталь Кортен, трубный пакет низкотемпературного воздухоподогревателя выполнен эмалированной трубой, которая отличается лучшей хлоростойкостью, низкотемпературной коррозионной стойкостью.

Пакеты первичного и вторичного воздуха отдельно параллельно расположена в конвективной шахте.

Диаметр трубы воздухоподогревателя вторичного воздуха: характеристика двух рядов труб на верхней части большой трубной камеры в обратном ходу и труб двух рядов на правой и левой сторонах $\phi 42.4 \times 3.5$, характеристика прочих труб $\phi 40 \times 1.5$, поперечный шаг $S1=80$, продольный шаг $S2=60$.

Диаметр трубы воздухоподогревателя первичного воздуха: характеристика двух рядов труб на верхней части большой трубной камеры в обратном ходу и труб двух рядов на правой и левой сторонах $\phi 42.4 \times 3.5$, характеристика прочих труб $\phi 40 \times 1.5$, поперечный шаг $S1=80$.

13. Стационарная шлакоудалительная труба

В центре воздухораспределительной решетки, расположенной в нижней части топки, установлена одна основная труба шлакоудаления ($\phi 159$), по краям воздухораспределительной решетки, расположенной в нижней части топки, установлено две аварийных шлакоудалительных трубы. Преимущество шлакоудаления из нижней части заключается в безопасности, надежности эксплуатации, удобства эксплуатации.



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



- **14. Спиральный фидер**

Три шнековых конвейера установлено равномерно по ширине нижней части фронтальной стены топки. Из топливного бункера топливо под действием силы тяжести падает на ленточный конвейер и далее в шнековый конвейер. В нижней части шнекового конвейера заведен воздух распределения материалов, который вдувает топливо в топку на сгорание.

- **15. Зажигательное устройство**

В котле применен способ розжига с помощью горячего воздуха под колосниковой решеткой. Каждый котел оснащен двумя газовыми горелками под колосниковой решеткой, проектирование суммарной мощности газовых горелок осуществляется из расчета 20% общей входной теплоты. В-MCR, мощность одного газового пистолета составляет 730Nm³/h, отношение регулирования 1:4. Горелки типа тоннельного зажигания, симметрично расположены в трубопроводе первичного воздуха после котла. При розжиге природный газ зажигается через высокоэнергетический запальник. При этом клапан охлаждающего воздуха регулирует температуру дымового газа до 800~950°C. Первичный воздух при розжиге входит в воздушную камеру на подогрев материалов на колосниковой решетке и зажигание биологического горючего в топке. После выхода котла в режим газовый пистолет отключается, все клапаны на горелках полностью закрываются. Котел оснащается программно-управляемой защитной системой зажигания и тушения (FSSS).

- **16. Горелка регулирования нагрузки**

Котел оснащен 1 газовой горелкой, которая предназначена для регулирования нагрузки котла. Газовая горелка расположена на отм. 11831 с правой стороны котла. Фланцевое соединение воздуходувной коробки осуществляется.



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



- 17. Каркас котла

Каркас котла - сваренная профильная стальная конструкция. Проектирование каркаса котла осуществляется по расположению в закрытом помещении. Установлены 8 стоек. Отметка нижних плит стоек -500mm, подложки стоек соединены с фундаментом с помощью анкеров. Поперечные балки и вертикальные опоры предусмотрены между стойками с целью поддержки нагрузки.

Основные элементы котла (барабан, водяные экраны топки, горизонтальный газоход, конвективная хвостовая часть) подвешиваются на верхних балках. Прочие элементы, например, устройство охлаждения шлака, циклонный сепаратор, воздухоподогреватель, устройство возврата материалов, опираются на поперечные балки или поверхность земли на опорах.

Площадки обслуживания предназначены для обслуживания и контроля за работой котла.

- VI. Объем основных элементов котла:

Наименование блока	При гидравлических испытаниях (m ³)	При эксплуатации (m ³)
Барабан	13.2	5.8
Водяные экраны	25.5	25.5
Пароперегреватель	11.7	0
Экономайзер	16.4	16.4
Всего	66.8	47.7

Примечание: объем водяного экрана включает в себя объем центральной опускной трубы, опускной соединительной трубы и коллектора. Перегреватель и экономайзер включает в себя собственно коллекторы и соединительные трубы.



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



● VII. Вспомогательное оборудование котла:

№ п/п	№ позиции оборудования	Наименование оборудования	Модель	Технические параметры	Завод-изготовитель	Количество
1	SAF101	Вентилятор первичного воздуха	9-19 N0.17D	$Q_v=49515 \text{ Nm}^3/\text{h}$ $p=17.42 \text{ kPa}$ влево 135° Оборот: 1480r/min	ООО Сычуаньская компания по изготовлению обдувных вентиляторов	1 шт.
	SAF101-M01	Оснащение: Электродвигатель с преобразователем частоты	XDYSP400-4	$U=690 \text{ V}$ IP54 Мощность: 400kw Ток: 397.4A	Сянтаньская акционерная компания электродвигателя с ограниченной ответственностью	1 шт.
		Оснащение: звукопоглотитель		$q_v=50000 \text{ m}^3/\text{h}$ $b=40 \text{ dB(A)}$	Поставка котлостроительным заводом	1 шт.
2	SAF102	Вторичный вентилятор	6-29 N0.13D	$q_v=74272 \text{ Nm}^3/\text{h}$ $p=12.46 \text{ kPa}$ Влево 90° Обороты: 1480r/min	ООО Сычуаньская компания по изготовлению обдувных вентиляторов	1 шт.
	SAF101-M01	Оснащение: Электродвигатель с преобразователем частоты	XDYSP400-4	$U=690 \text{ V}$ IP54 Мощность: 400KW Ток: 397.4A	Сянтаньская акционерная компания электродвигателя с ограниченной ответственностью	1 шт.
		Оснащение: звукопоглотитель		$q_v=75000 \text{ m}^3/\text{h}$ $b=40 \text{ dB (A)}$	Поставка котлостроительным заводом	1 шт.



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



● Вспомогательное оборудование котла:

№ п/п	№ позиции оборудования	Наименование оборудования	Модель	Технические параметры	Завод-изготовитель	Количество
3	8AF103A/B	Вентилятор возврата материалов (Ротационный вентилятор)	MJL42WC	Групповой, $qv=1100m^3/h$	Поставка котлостроительным заводом	2 шт.
	8AF103A-M01	Оснащение: Электродвигатель с преобразователем частоты	Y3-225M-4	Мощность: 45kw $n=1450r/min$		
		Оснащение: звукоглушитель на входе, звукоглушитель на выходе, предохранительный клапан, обратный клапан и т. д.				
4	8AF104	Дымосос	SFY22D-C5A	Эксплуатационная температура 140°C, дымовой газ стандартной атмосферы $Q_v=289281m^3/h$ $p=5520Pa$ Метод опоры: D Вход 0°, выход 135° Обороты: 9800r/ min	Шэньянская компания вентиляторов, вентиляционного оборудования	1 шт.
	8AF101-M01	Оснащение: Электродвигатель с преобразователем	HXR450LN6	U=690V IP54 Ток: 0-630KW $N=1450r/min$	ABB	1 шт.



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



- **VIII. Технологические параметры работы котла.**

- **1. Условия эксплуатации:**

- 1.1 Режимы эксплуатации котла: номинальная нагрузка и возможность ее регулирования.
- 1.2 Напряжение силового оборудования котла: 220V постоянного тока, 380V, 690V, 6000V переменного тока.
- 1.3 Питание котла водой осуществляется из питательной магистрали. На узле питания предусмотрено два параллельных трубопровода: один трубопровод DN100 -основной; другой трубопровод DN50 предназначен для пуска и эксплуатации при низкой нагрузке.
- 1.4 Шлакоудаление осуществляется через охладитель шлака. Допускается непрерывное шлакоудаление в твердом состоянии и перерыв 30 минут.
- 1.5 Метод подогрева холодного воздуха: котел расположен в закрытом помещении, всас вентилятора находится внутри помещения, потому воздухоподогреватель может быть отключен.

- **2. Главная задача управления и регулирования горения:**

- 2.1 Поддержание номинальных параметров работы котла;
- 2.2 Поддерживание стабильного горения;
- 2.3 Предотвращение аварийного останова и коксообразования;
- 2.4 Повышение коэффициента полезного действия котла;
- 2.5 Удовлетворение требований охраны окружающей среды, уменьшение вредных выбросов.



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



- 3. При нормальной эксплуатации котла следует стараться обеспечить:

- 3.1 Стабилизацию горения на колосниковых решетках;
- 3.2 Поддержание разряжения в топке;
- 3.3 Поддержание содержания кислорода в дымовых газах;
- 3.4 Поддержание параметров пара.

- 4. Основные параметры котла:

Номинальная паропроизводительность: 75t/h

Давление перегретого пара: 9.2MPa±0.1MPa

Температура перегретого пара: 490 ±105°C

Температура питательной воды: 120°C

Разность температуры верхней стенки, нижней стенки барабана: не более 50°C

Температура дымовых газов: 145°C

КПД котла: 85%

Температура воздуха до воздухоподогревателя: 20°C

Температура первичного воздуха: 190°C



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



Температура вторичного воздуха: 165°C

Отношение расхода первичного воздуха, вторичного воздуха: 60:40

Отношение золы и шлака котла: 90:10

Уровень в барабане:

Нормальный уровень находится на 76mm ниже центральной линии котла. Пределы допустимого изменения - $\pm 50\text{mm}$ центральной линии уровнемера барабана.

Температура колосниковых решеток:

Нормальные пределы эксплуатации $\sim 680^\circ\text{C}$. Для предотвращения коксообразования в котле эксплуатационную температуру котла допускается повышать более чем вышеизложенное трубование.

Разряжение в топке (измерение на точке равновесия на выходе топки): контролируется в пределах $-127 \sim +245\text{Pa}$.

Содержание кислорода в пределах 3.5~6%. В случае, если нагрузка котла достигла номинальной мощности- до 3.5%.

Скорость псевдооождения в топке: не допускается ниже 1.2 м/сек. (минимальная скорость псевдооождения, требуемая для поддержания нормального псевдооождения)

Давление псевдоожиженного слоя при эксплуатации:

Не более 508mm водяного столба, или менее 380mm. Менее 380mm будет вызывать перегрев трубы воздухораспределительной решетки или износ колпачков.



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



● IX. Описание системы DCS и логики блокировки:

Параметры корректируются в результате наладки.

Блокировка котла:

Порядок пуска (задержка времени 30 сек., один вентилятор возврата материал работает, один резервный):

Дымосос (8AF104M01)→ Вентилятор возврата материалов (8AF103A/BM01)→Вентилятор вторичного воздуха (8AF102)→Вентилятор первичного воздуха (8AF101M01)

Порядок останова обратный порядку запуска, задержка времени 30 сек.

Останов вентилятора первичного воздуха (8AF101M01) →Останов вентилятора вторичного воздуха (8AF102M01)→(Задержка времени 5 минут) останов вентилятора возврата материалов (8AF103A/BM01)→Останов дымососа (8AF104M01)

1. Останов дымососа (8AF104M01), останов вентилятора возврата материалов, вентилятора вторичного воздуха, вентилятора первичного воздуха;
 2. Останов двух вентиляторов возврата материалов, останов вентилятора вторичного воздуха, первичного воздуха;
 3. Останов вентилятора вторичного воздуха, останов вентилятора первичного воздуха;
- Устанавливается кнопка, с помощью которой осуществляется включение и выключение всех вентиляторов.



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



- **Группа субфункций последовательного управления дымососом (8AF104M01)**

1. Включает в себя логическое управление следующим оборудованием:

Дымосос

Клапан на выходе дымососа (8АНV0032)

Клапан на входе дымососа (8АНV0031)

2. Формирование сигнализации, блокировки, отключения при высокой осевой температуре вытяжного вентилятора;

3. Выдача соответствующих сигналов к системе MCS, предназначена для регулирования клапана на входе (8АНV0031) и последовательного управления преобразователем частоты и управления ручной коррекцией;

4. Выдача сигналов состояния вытяжного вентилятора. Предназначена для управления вентилятором возврата материалов, вентилятором вторичного воздуха, вентилятором первичного воздуха и прочими видами оборудования.

- **Описание логики:**

- а. **Условия пуска:**

1. Управляющий сигнал DCS вытяжного вентилятора;

2. Преобразование частоты вытяжного вентилятора нормальное (отсутствие сигналов неисправности)

3. Регулировочный клапан на входе вытяжного вентилятора (HIC-1096) закрыт (<5%)



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



б. Блокировка:

1. Пуск дымососа, автоматическое открытие клапана на выходе (8АНV0032) после выдержки времени 10сек.;
2. Останов дымососа, автоматическое закрытие клапана на входе (НИС-1096) после выдержки времени 3s;
3. Останов дымососа, возврат частоты до 33.3%.

в. Сигнализация:

1. Сигнализация выдается при осевой температуре вытяжного вентилятора TIA-1034ab $\geq 70^{\circ}\text{C}$;
2. Сигнализация выдается при осевой температуре электродвигателя вытяжного вентилятора TIA- 1035ab $\geq 75^{\circ}\text{C}$;
3. Сигнализация выдается при температуре обмотки электродвигателя вытяжного вентилятора TIA- 1036abc $\geq 110^{\circ}\text{C}$;
4. Сигнализация выдается в случае вибрации вытяжного вентилятора (VT-4003ab) $\geq 6.3\text{mm/s}$.

г. Отключение:

1. Отключение осуществляется после выдержки времени 5 секунд при осевой температуре дымососа TIA-1034ab $\geq 75^{\circ}\text{C}$;
2. Отключение осуществляется после выдержки времени 5 секунд при осевой температуре электродвигателя вытяжного вентилятора TIA- 1035ab $\geq 90^{\circ}\text{C}$;
3. Клапан на выходе закрывается, отключение осуществляется через 60 секунд после пуска вытяжного вентилятора;
4. Отключение при слишком низком давлении в топке PI-1054ab (установленное значение -3744Pa)
5. Отключение в случае вибрации вытяжного вентилятора (VT-4003ab) $\geq 7.1\text{mm/s}$;
Отключение осуществляется после выдержки времени 5 секунд при температуре катушки электродвигателя вытяжного вентилятора TIA- 1036abc $\geq 130^{\circ}\text{C}$;



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



- **Группа субфункций последовательного управления воздуходувкой Рутса**

- **Логическая функция:**

1. включает в себя логическое управление следующим оборудованием:
Воздуходувки № 1, №2 (8AF103A/B), один работает, другой резервный;
2. Логическое управление соответствующим оборудованием при пуске, останове воздуходувок;
3. Блокировка резервирования между двумя воздуходувками;
4. Выдача сигналов состояния воздуходувок. Предназначена для управления вентилятором вторичного воздуха, вентилятором первичного воздуха и др.оборудованием.

- **Описание логики:**

- а. **Условия пуска:**

1. Управляющий сигнал DCS воздуходувки;
2. Отсутствие сигналов неисправности;
3. Максимальный ход регулировочных клапанов возврата материалов (HCV-1098a~b и HCV-1099a~b) >95%
4. Пуск дымососа (8AF104).

- б. **Блокировка резервирования:**

1. При отключении работающей воздуходувки, автоматический пуск резервной воздуходувки (регулировочные клапаны взрата материалов (HCV-1098a~b и HCV-1099a~b, >95%) открываются, пуск резервной воздуходувки проводится после открытия регулировочного клапана на выходе);



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



2. Воздуходувка работает и давление воздуха в магистрали псевдосжиженного слоя $PI-1047 < 30 \text{ Кра}$.

в. Блокировки:

1. Перед подготовкой к пуску резервной воздуходувки открывается регулировочный клапан возврата материалов (HCV-1098a~b и HCV-1099a~b, $>95\%$), пуск резервной воздуходувки проводится после открытия регулировочного клапана на выходе);

2. Воздуходувка работает, регулировочные клапаны возврата материалов (HCV-1098a~b и HCV-1099a~b) ограничены до минимального хода ($>50\%$).

г. Сигнализация:

Сигнализация выдается в случае давления в магистрали давления воздуха возврата материалов $PI-1047 \leq 30 \text{ Кра}$;

д. Отключение:

При работе воздуходувки закрывается клапан возврата материалов (один из HCV-1098a~b, HCV-1099a~b) ($<5\%$), задержка времени 3 секунды, отключение.



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



- **Группа субфункций последовательного управления вентилятором вторичного воздуха (8AF102)**

□ **Логическая функция:**

1. Включает в себя логическое управление следующего оборудования:

Вентилятор вторичного воздуха

Регулировочный клапан вторичного воздуха (8АНV0013/НІС-1089)

2. Сигнализация, блокировка, отключение в случае высокой осевой температуры вентилятора вторичного воздуха

3. Выдаются сигналы состояния вентилятора вторичного воздуха. Предназначены для управления вентилятором первичного воздуха и прочими видами оборудования.

□ **Описание логики:**

а. Условия пуска:

1. Управляющий сигнал DCS вентилятора вторичного воздуха
2. Регулировочный клапан на входе (НІС- 1095) вентилятора вторичного воздуха закрыт (<5%)

б. Блокировки:

1. Клапаны на входе вентилятора вторичного воздуха НІС-1093 и НІС-1094 сблокированы, один из них открыт, другой закрыт;
2. Дымосос (8AF104) работает;
3. Останов вентилятора вторичного воздуха, снижение частоты до 33.3% .



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



в. Сигнализация:

1. Сигнализация выдается при осевой температуре вентилятора вторичного воздуха $TIA-1034ab \geq 70^{\circ}\text{C}$;
2. Сигнализация выдается при осевой температуре электродвигателя вентилятора вторичного воздуха $TIA-1032ab \geq 85^{\circ}\text{C}$;
3. Сигнализация выдается при температуре обмотки электродвигателя вентилятора вторичного воздуха $TIA-1033abc \geq 110^{\circ}\text{C}$;
4. Сигнализация выдается в случае вибрации вентилятора вторичного воздуха $(VT-4002ab) \geq 6.5\text{mm/s}$.
5. Сигнализация выдается в случае давления магистрали давления воздуха воздуходувок $PI-1047 \leq 30\text{Kpa}$;



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



- Группа субфункций последовательного управления вентилятором первичного воздуха (8AF101)
- Логическая функция:
 1. Включает в себя логическое управление следующим оборудованием:
 - Вентилятор первичного воздуха
 - Электрический клапан первичного воздуха
 2. Сигнализация, блокировка, отключение в случае высокой осевой температуры вентилятора первичного воздуха;
 3. Выдаются сигналы состояния вентилятора первичного воздуха (резервный).
- Описание логики:
 - а. Условия пуска:
 1. Управляющий сигнал DCS;
 2. Дымосос (8AF104) работает;
 3. Регулировочный клапан на входе вентилятора первичного воздуха (HIC-1092) уже закрыт ($\leq 5\%$).
 - б. Блокировка:
 1. Клапаны на входе вентилятора первичного воздуха HIC-1090 и HIC-1091 заблокированы, один из них открыт, другой закрыт;
 2. Останов вентилятора первичного воздуха, возврат частоты до 33.3% .



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



в. Сигнализация:

1. Сигнализация выдается при осевой температуре вентилятора первичного воздуха $TIA-1034ab \geq 70^{\circ}\text{C}$;
2. Сигнализация выдается при осевой температуре электродвигателя вентилятора первичного воздуха $TIA-1029ab \geq 85^{\circ}\text{C}$;
3. Сигнализация выдается при температуре обмотки электродвигателя вентилятора первичного воздуха $TIA-1030abc \geq 110^{\circ}\text{C}$;
4. Сигнализация выдается в случае вибрации винтелятора первичного воздуха (VT-4001ab) $\geq 6.5\text{mm/s}$.

г. Отключение:

1. Отключение осуществляется после выдержки времени 5 секунд при осевой температуре вентилятора первичного воздуха $\geq 90^{\circ}\text{C}$;
2. Отключение осуществляется после выдержки времени 3 секунды при осевой температуре вентилятора первичного воздуха $\geq 90^{\circ}\text{C}$;
3. Электрический клапан на выходе закрывается, отключение осуществляется через 10 секунд после работы вентилятора первичного воздуха;
4. Останов вытяжного вентилятора или вентилятора вторичного воздуха, отключение4
5. Отключение при слишком высоком давлении в топке PI-1054ab (установленное значение $+3744\text{Pa}$);
6. Отключение в случае вибрации вентилятора первичного воздуха (VT-4001ab) $\geq 9.5\text{mm/s}$;
7. Отключение осуществляется при температуре обмотки электродвигателя вентилятора первичного воздуха $TIA-1030abc \geq 120^{\circ}\text{C}$ и после выдержки времени 5 секунд.



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



- **Группа субфункций последовательного управления охладителя шлака (8FM001)**

- ▣ **Логическая функция:**

1. Включает в себя логическое управление следующим оборудованием:

Устройство охлаждения шлака

2. Формирование сигнализации, блокировки, отключения .

- ▣ **Описание логики:**

а. Условия пуска:

1. Отсутствуют сигналы неисправности устройства охлаждения шлака (от MMC);

2. Управляющий сигнал DCS.

б. Сигнализация:

1. Сигнализация выдается при высокой температуре устройства шлакоудаления (TI-1027) $\geq 100^{\circ}\text{C}$;

2. Сигнализация выдается при высокой температуре (TIC- 0013) на выходе охлаждающей воды устройства охлаждения шлака 95°C ;

3. Сигнализация выдается при высоком давлении PI- 0019 на входе охлаждающей воды устройства охлаждения шлака $\geq 0.6 \text{ Мра}$;

4. Сигнализация выдается при низком давлении PI- 0020 на выходе охлаждающей воды устройства охлаждения шлака $\leq 0.3 \text{ Мра}$;

в. Отключение:

1. Отключение осуществляется при высокой температуре устройства шлакоудаления (TI-1027) ($\geq 130^{\circ}\text{C}$);

2. Отключение осуществляется при высокой температуре (TIC- 0013) на выходе охлаждающей воды устройства охлаждения шлака $\geq 95^{\circ}\text{C}$;

3. Отключение осуществляется при давлении впускной воды (PI-0019) $> 7\text{bar}$



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



● Группа субфункций последовательного управления системой шлакоудаления:

□ Логическая функция:

1. Включает в себя логическое управление следующим оборудованием:

□ Управление скребковым транспортером; Управление ковшовым элеватором.

□ Описание логики:

а. Порядок пуска:

Последовательное управление SEQ осуществляется для ковшового элеватора 8FM003, скребкового транспортера 8FM002, устройства охлаждения шлака 8FM001, электрического клапана шлакоудаления 8АНV0023 .

Порядок останова: в обратной последовательности. На мониторе вкл.-откл. Блокировки.

Последовательное включение после ввода блокировки.

б. Блокировки:

1. Отключение скребкового транспортера 8FM002, устройства охлаждения шлака 8FM001 осуществляется после закрытия электрического клапана шлакоудаления 8АНV0023 после отключения ковшового элеватора 8FM003.

2. Отключение устройства охлаждения шлака 8FM001 после закрытия электрического клапана шлакоудаления 8АНV0023 после отключения скребкового транспортера 8FM002.

3. Закрытие электрического клапана шлакоудаления 8АНV0023 после отключения устройства охлаждения шлака 8FM001.

4. Отключение и останов ковшового элеватора шлакоудаления 8FM003 осуществляется в случае высокого уровня 2 ($\geq 95^{\circ}\text{C}$) в шлаковом бункере LIA-1074.



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



- Группа субфункций последовательного управления аварийного слива.

□ Логическая функция:

1. Включает в себя логическое управление следующим оборудованием:

Клапаны аварийного слива №1, №2 (передний клапан - 8АНV0612, задний клапан - 8АНV0613)

■ Описание логики:

Для данной логики установленный блокировочный выключатель

1. Открытие клапана 2 8АНV0613 осуществляется в случае высокого значения уровня в барабане (LIC-0021/0022) $>200\text{mm}$;
2. Задержка времени 3 секунды, открытие клапана 1 8АНV0612 осуществляется в случае высокого значения уровня в барабане (LIC-0021/0022) $>200\text{mm}$ и исчезновения сигналов закрытия электрического клапана 2 8АНV0613.
3. Закрытие клапана 1 8АНV0612 осуществляется при уровне в барабана (LIC-0021/0022) $\leq 50\text{mm}$;
4. Закрытие клапана 2 8АНV0613 осуществляется при уровне в барабане (LIC-0021/0022) $\leq 50\text{mm}$ и закрытия электрического клапана 1 8АНV0612 в установленное положение.



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



- **Группа субфункций последовательного управления дренажными насосами:**

- **Логическая функция:**

1. Включает в себя логическое управление следующим оборудованием:

Два дренажных насоса 8AP001 ~002, один работает, другой резервный;

- **Описание логики:**

- а. Условия пуска:**

- а. Отсутствуют сигналы неисправности дренажного насоса;

- б. Управляющий сигнал DCS дренажного насоса.

- б. Пуск.**

Пуск дренажного насоса проводится в случае, если уровень любого из дренажных баков высокий (LI-1101a/b) (90%).

- в. Отключение.**

1. Отключение проводится в случае, если уровень любого из дренажных баков (LI-1101a/b) низкий (10%).

- г. Блокировка.**

Отключение работающего дренажного насоса после пуска резервного дренажного насоса.



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



- **Управляющая логика топливоподачи:**

- **Логическая функция:**

1. Включает в себя логическое управление следующим оборудованием:

Рыхлители топливного бункера (3 электродвигателя, 8AT001-1,3,5-M01);

Ленточные конвейера склада древесных отходов (8AT001-7~9) ;

Питательные шнеки 8AM001-1~3-M01;

Электрические задвижки на входах питательных шнеков-подавателей 8AHV0017/0018/0019.

- **Описание логики:**

- а. **Условия ввода древесных отходов в эксплуатацию:**

1. Включение питательных шнеков-подавателей при температуре колосниковой решетки (TI-1010a~h) >450°C и работе зажигательной горелки (8AM001-4/5或) (обратная связь сигналов связи, система FSSS), или температуры колосниковой решетки (TI-1010a~h) >580°C. В противном случае не допускается эксплуатация питательных шнеков-подавателей 8AM001-1~3-M01;

2. MFT не активированно;

3. Уплотнительный воздушный клапан HIC-1097 уже открылся (>30%);

Ввод пылеуловителя (8AM002) в эксплуатацию при наличии сигналов PLC.



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



б. Последовательность пуска топливоподачи:

1. Имеются условия подачи древесных отходов;
2. Нет неисправности преобразователя частоты питательного шнека-подавателя (8AM001-1~3);
3. Нет неисправности преобразователя частоты закрытого ленточного конвейера (8AT001-7~9);
4. Нет неисправности преобразователя частоты выбрасывателя (3 электродвигателя, 8AT001-1,3,5-M01);
5. Дистанционное управление питательным шнеком (8AM001-1~3);
6. Дистанционное управление конвеерами (8AT001-1,3,5-M01; 8AT001-7~9).

в. Пуск.

Последовательность пуска: питательный шнек-подаватель, электрический клинкет, закрытый ленточный конвейер, рыхлитель.

Последовательность останова обратная;

3 питательных шнека-подавателей, 3 электрических клинкетов, 3 закрытых ленточных конвейеров и 6 рыхлителей (3 электродвигателя) разделяются на 4 группы 8AT0011, 8AM0011, 8AT0017, 8AHV0017.



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



1. Пуск 4 групп одновременно в последовательности пуска. После пуска всех групп проводится задержка времени 20сек. и останов одной из групп осуществляется. Пуск средней группы не допускается в течение 5 минут;
 2. После останова рыхлителя через 30сек. осуществляется останов закрытого ленточного конвейера;
 3. После останова закрытого ленточного конвейера через 15сек. останов электрического клинкетта соответствующей группы;
 4. После останова электрического клинкетта через 30сек. останов питательного шнека-подавателя соответствующей группы;
 5. Останов электрического клинкетта, закрытого ленточного конвейера, выбрасывателя соответствующей группы немедленно при неисправности любого из питательных шнеков-подавателей.
 6. В случае неисправности любого из электрических клинкеттов следует немедленно остановить закрытый ленточный конвейер, выбрасыватель соответствующей группы, последовательным управлением остановить питательный шнек-подаватель соответствующей группы;
 7. В случае неисправности любого из закрытых ленточных конвейеров следует немедленно остановить выбрасыватель соответствующей группы, последовательным управлением остановить электрический клинкет и питательный шнек-подаватель соответствующей группы;
 8. В случае неисправности любого из выбрасывателей следует последовательным управлением остановить закрытый ленточный конвейер, электрический клинкет, питательный шнек-подаватель соответствующей группы.
- ◆ На мониторе можно осуществлять отдельный пуск, остановить последовательное управление групп, а также общий пуск, останов последовательным управлением для 3 групп.



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



г. Отключение системы питания древесными отходами:

(1) Условия включения MFT (для всех условий предусмотреть выключатели ввода и отключения),

проверка на FSSS:

1. Останов вытяжного вентилятора (8AF104M01)
2. Останов вентилятора первичного воздуха (8AF101M01)
3. Останов вентилятора вторичного воздуха (8AF102M01)
4. Останов всех устройств возврата материалов (8AF103A/BM01)
5. Давление на выходе топки (выход среднего перегревателя) высокое 2 (PI-1054ab,+2489Pa), выбирается 2 из 2, задержка времени 3 секунды
6. Давление на выходе топки (выход среднего перегревателя) низкое 2 (PI-1054ab,-2489Pa), выбирается 2 из 2, задержка времени 3 секунды
7. Давление в топке PI-1046ab высокое высокое ($\geq 0.14\text{Bar}$), задержка времени 3 секунды
8. Уровень в барабане (LIC- 0021/0022) высокий высокий ($\geq 200\text{mm}$, выбирается 2 из 2), задержка времени 3 секунды
9. Уровень в барабане низкий низкий (LIC- 0021/0022) ($\leq -280\text{mm}$, выбирается 2 из 2), задержка времени 3 секунды
10. Температура колосниковой решетки TI-1010a~h (всего 8 точек измерения температуры колосниковой решетки) выше 800°C или ниже 380°C , задержка времени 10 секунд
11. Общий расход воздуха (FI-1075+1076+1077+1078+1079) менее 25% ($23750\text{ Nm}^3/\text{h}$), задержка времени 5 секунд
12. Ручной останов котла (Кнопка ручного останова котла DCS)
13. Останов питательных насосов 8BP008A/B, задержка времени 30 секунд
14. Не ввод зажигательной горелки в эксплуатацию и температура колосниковой решетки ниже 450°C , задержка времени 10 секунд
15. Высокое значение уровня циклонного барабана (PI-1068ab $>65\text{ кра}$, выбирают 2 из 2, с задержкой времени 10s)

(2) В условии удовлетворения одного из условий MFT проводится отключение топливоподачи:



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



● Электрические клапаны:

Ручное управление предусмотрено для следующих электрических клапанов и не будет подробно описано:

1. электрический клапан главного питательного регулировочного клапана 8АНV0203
2. электрический клапан (8АНV0206) регулировочного клапана питательного байпаса
3. Электрический регулировочный клапан и электрический клапан от барабана до непрерывной продувки 8АНV0602
4. Электрический клапан обратной промывки перегревателя (8АНV0109)
5. Электрические клапаны выхлопа пара в атмосферу для перегревателя 8АНV0105, 8АНV0106
6. Электрический клапан байпаса перегретого пара 8АНV0102

● Дозирование реагентов:

1. Уровень в баке фосфатов LS2100A и LS2100B низкий, останов дозирующих насосов комплексного устройства дозирования фосфата M003-P1-M01, M003-P2-M01, M003-P3-M01, M003-P4-M01;
2. Уровень дозирующих насосов комплексного устройства дозирования гидразина LS2101A и LS2101B низкий, останов дозирующих насосов комплексного устройства дозирования гидразина M005-P1-M01, M005-P2-M01, M005-P3-M01, M005-P4-M01; Уровень дозирующих насосов комплексного устройства дозирования диамина LS2102A или LS2102B высокий, останов насосов раствора комплексного устройства растворения диамина M010-P1-M01, M010-P2-M01;
3. Уровень в баке фосфатов LS2103A и LS2103B низкий, останов насосов раствора комплексного устройства дозирования гидразина M010-P1-M01, M010-P2-M01;



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



- Отключение топливоподачи (MFT)
- ◆ а. Отключение топливоподачи сопровождается :
 1. Отключение питателя
 2. Отключение газовой форсунки под колосниковой решеткой.
 3. Режим управления всеми расходами воздуха переключается в ручной режим, при этом ручной режим поддерживается до последнего положения.
 4. В случае отключения вентилятора будет соблюдаться программа логического управления.
 5. Выходные сигналы осуществляют управление горением с целью ограничения автоматического управления вытяжным вентилятором, обеспечения не превышения давлением в топке предельных значений.
 6. Открывается продувка пароперегревателя ,кроме режима пуска котла из горячего состояния.
 7. Давление в точке равновесия топки превышает $\pm 2498 \text{ Pa}$ (предел аварийной сигнализации).
 8. После останова дутьевого вентилятора, дымососа и всех "J"-образных клапанов – отключении топливоподачи. Не открывать люки в топку до окончания При повторном пуске провентилировать топку.



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



◆ б. Условия включения режима (MFT).

1. Одновременно нажаты кнопки отключения главного топлива двух котлов.
2. Температура колосниковых решеток выше 800°C (сигналы от системы управления горением).
3. Источника питания логического управления потерян.
4. В 2 из 3 логических управлений высокое значение давления в топке (+2489Pa) (задержка времени).
4. В 2 из 3 логических управлений низкое значение давления в топке (-2489Pa) (задержка времени).
4. В 2 из 3 логических управлений высокое значение уровня в барабане (на 200mm выше, чем нормальный уровень воды) (задержка времени).
4. В 2 из 3 логических управлений низкое значение уровня в барабане (на 280mm ниже, чем нормальный уровень воды) (задержка времени).
8. Отключение вытяжного вентилятора.
9. Отключение вентиляторов первичного, вторичного воздуха, воздухоудвки.
10. Общий расход воздуха менее 25% (с задержкой времени). Сигналы от системы управления горением.
11. Источник питания системы управления горением потерян (сигналы от системы управления горением).
12. Газовая горелка не работает под колосниковой решеткой, температура колосниковой решетки ниже 450°C.
13. Давление в воздушной камере слишком высокое (с задержкой времени) (сигналы от системы управления горением).
14. Отключение паровой турбины.
15. Уровень в циклоне высокий (с задержкой времени).
16. Температура колосниковой решетки ниже 380°C.



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



- **Поддержание давления топки:**

Слишком большое разрежение топки или слишком высокое давление может вызывать серьезное повреждение агрегата или вспомогательного оборудования. В связи с этим в процессе эксплуатации необходимо контролировать давление топки и выполнять перед пуском:

- (1) Контролировать разрежение в топке (в точках равновесия на выходе топки) и автоматически контролировать разрежение-127~+245Pa.
- (2) Условия режима (MFT) установить значение давления ± 2489 Pa на выходе топки (на входе циклонного сепаратора), а также задержку времени 5 секунд.
- (3) Для отключения дутьевого вентилятора, дымососа установить значение давления топки в пределах ± 3744 Pa без задержки времени.

- **Управление температурой колосниковой решетки:**

Нормальная температура колосниковой решетки при работе котла 630~680°C. При эксплуатации следует строго наблюдать за температурой колосниковой решетки и обеспечить эксплуатацию котла в данных пределах температуры. Минимальная эксплуатационная температура колосниковой решетки 580°C . Не допускается температура колосниковой решетки ниже указанной. Сигнализация низкой температуры колосниковой решетки срабатывает при 550°C. При температуре 450°C отключается топливоподача , кроме режима работы растопочной газовой горелки. При понижении температуры колосниковой решетки до 380°C и ниже шнек будет автоматически отключен вне зависимости от эксплуатации зажигательной горелки воздуховода.



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



- **Уровень воды в барабане:**

Нормальный уровень воды в барабане на 76mm ниже оси барабана, сигнализация срабатывает при -200mm +125mm, уровень воды для остановки котла :-280mm~+200mm . При уровне ниже -280mm или выше +200mm отключается подача топлива (MFT), дутьевой вентилятор и дымосос отключаются. Следует контролировать разность температур верхней и нижней стенки барабана (не больше 50°C) во избежание теплового перекоса. Значение температур отображается на щите управления.

Система регулирования уровня воды в барабане;

1. Система управления уровнем воды в барабане(LIC-0021/0022) разделяется на 3 режима: а)пуска агрегата ; б) эксплуатации под низкой нагрузкой; в) 30% нагрузки и больше (значение нагрузки на расходомере свежего пара).
2. В состоянии пуска и эксплуатации агрегата под низкой нагрузкой регулирование расхода питательной воды (FI-0025) осуществляется регулировочным клапаном питательного байпаса (NIC-0029). При этом одноимпульсный режим регулирования применяется с целью поддержания нормального уровня воды в барабане (LIC-0021/0022). При этом расход питательной воды регулируется и поддерживается частотой вращения ПЭНов. Установленное значение давления питательной воды (PI-0016) формируется от давления в барабане.
3. При нагрузке 30% и больше питание котла водой осуществляется по основному трубопроводу. Регулирование расхода питательной воды осуществляется преобразованием частоты вращения питательного насоса. При этом для системы спроектирован трехимпульсный режим управления. Расход перегретого пара (FI-0028) применяется в качестве главного параметра поддержания нормального уровня воды в барабане. Переключение регулировочного клапана питательного байпаса и главного питательного электрического клапана может осуществляться вручную или автоматически.



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



4. При изменении давления в барабане(PIA-0017a~d) значение датчиков уровня воды в барабане (LIC-0021/0022) применяются в качестве регулирующих сигналов. При изменении температуры питательной воды (TI-0001) расход питательной воды (FI-0025) применяется в качестве регулирующих сигналов. Расход питательной воды и воды на пароохладитель (FI-0026/0027) учитывается как суммарный расход.

5. При работе одноимпульсного режима регулирования уровня-управляющий сигнал по датчикам При работе системы трехимпульсного регулирования-сигнал формируется по уровню в барабане, расходу питательной воды и расходу перегретого пара.

- Система регулирования перегретого пара.

Температура перегретого пара (TIC-0009ab) - важный параметр термодинамической системы. Качество контроля будет оказывать непосредственное влияние на безопасность и экономичность котла.

Для обеспечения безопасной и экономичной эксплуатации котла необходимо контролировать температуру перегретого пара после высокотемпературного пароперегревателя в заданных пределах. Температура перегретого пара регулируется при помощи двухступенчатой системы охлаждения. Пароохладитель 1ст.- грубое регулирование температуры перегретого пара, пароохладитель 2ст. – тонкое регулирование температуры перегретого пара.



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



- **1. Управление пароохладителем 1ст.:**

Принцип регулирования температуры пара- каскадный метод управления. Цель управления - поддержание температуры пара на выходе из среднетемпературного перегревателя. Значение температуры пара на выходе из среднетемпературного перегревателя (TIC-0006abc) установлено эксплуатационным персоналом в соответствии с режимной картой.

Переменная процесса регулирования- температура пара на выходе из среднетемпературного перегревателя (TIC-0006abc) и температура после пароохладителя 1ст (TI-0007abc). Все одноступенчатые клапаны охлаждающей воды закрываются в случае возникновения сигналов MFT.

- **2. Управление пароохладителем 2ст.:**

- Принцип регулирования температуры пара- каскадный метод управления. Цель управления - поддержание температуры перегретого пара (TI-0009ab). Значение температуры пара установлено эксплуатационным персоналом в соответствии с фактическим эксплуатационным режимом работы.

Переменная процесса регулирования - температура перегретого пара (TI-0009ab), температура после пароохладителя 2ст. (TI-0008abc).

При активации режима MFT все клапана системы пароохладителей закрываются.



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



- Система управления растопочными горелками .

- ※ Управление выдвижением запальника и подача сигналов положения;
- ※ Управление включением, отключением газового клапана и подача сигналов положения клапана;
- ※ Управление временем искрообразования;
- ※ Подача сигнала наличия факела;
- ※ Выполнение функций пунктов дистанционного управления, тушения в помещении централизованного управления;
- ※ Непосредственный розжиг.

- Объекты управления:

- ※ Газовая горелка;
- ※ Клапан природного газа для байпаса;
- ※ Запальник;
- ※ Привод выдвижения запальника;
- ※ Датчик факела.



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



□ Управление розжигом пусковой газовой горелки.

- 1. Подтверждение допуска ручного управления горелкой А под колосниковой решеткой, при этом горение индикаторной лампы "Разрешение на местное ручное управление".
2. При помощи кнопки щита управлени подать команду "Закрытие выхлопного клапана горелки А". Соответствующая индикаторная лампа горит после закрытия выхлопного клапана горелки А в установленное положение.
3. Нажать кнопку "Открытие главного клапана горелки А". Соответствующая индикаторная лампа горит после открытия выхлопного клапана горелки А в установленное положение.
4. Нажать кнопку "движение зажигательного пистолета вперед". Проконтролировать выполнение. Соответствующая индикаторная лампа горит при движении зажигательного пистолета вперед в установленное положение.
5. Одновременно нажать кнопки "Открытие зажигательного газового клапана" и "Зажигание" . Соответствующая индикаторная лампа горит при открытии клапана в установленное положение.
6. Запальник работает 15 секунд (при ручном управлении отсчет времени ведет оператор). Запальник отключается при наличии факела.
7. Розжиг считается неудачным при отсутствии пламени горелки. Эксплуатационный персонал должен выполнить операции по останову горелки. В случае неудачного розжига уточнить причины после чего повторить.



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



8. Розжиг считается удачным при наличии факела. Кнопкой на щите управления дается команда "движение зажигательного пистолета назад". Соответствующая индикаторная лампа горит при движении зажигательного пистолета назад в установленное положение.

9. После подтверждения стабильного горения зажигательного газового пистолета горелки А, через кнопку в коробке управления даются команды "Открытие впускного клапана горелки А". Соответствующая индикаторная лампа горит после открытия впускного клапана горелки А в установленное положение.

10. Пуск завершен.

□ Управление остановом горения газовой форсунки.

□1. Кнопкой на щите управления подача команды "Заккрытие впускного клапана". Соответствующая индикаторная лампа горит после закрытия впускного клапана в установленное положение.

2. Кнопкой на щите управления подача команды "Заккрытие главного клапана". Соответствующая индикаторная лампа горит после закрытия главного клапана в установленное положение.

3. Кнопкой на щите управления подача команды "Открытие выпускного клапана". Соответствующая индикаторная лампа горит после открытия выпускного клапана в установленное положение.

4. Процессы останова завершены.



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



Параметры автоматического регулирования.

№ п/п	№ датчика	Измеряемый параметр	Ед.изм.	Фиксированная величина параметра							Примечание
				Нормаль но	Сигнал изация	Отключе ние	Отключе ние	Сигнал изация	Отключе ние	Отключе ние	
					высоког о 1	высоког о 2	высоког о 3	низког о 1	низкого 2	низкого 3	
1	TT-0004a~d	Температура верхней, нижней стенок барабана котла	°C	315	По двум парам на верху и в низу, сигнализация в случае разности ≥50						
2	TIC-0009ab	Температура перегретого пара	°C	490	495	410					
3	TICA-0013	Температура выходной воды устройства охлаждения шлака	°C	80	95						
4	PIA-0014	Давление питательной воды до узла питания	МПа	11.5				11.2			
5	PIA-0016	Давление питательной воды после узла питания	МПа	11.3				11			
6	PIA-0017a~d	Давление в барабане котла	МПа	10.5	11						
7	PI-0018ab	Давление перегретого пара	МПа	9.2	9.9						
8	PIA-0019	Давление выходной воды устройства охлаждения шлака	МПа	0.6	0.7						
9	PIA-0020	Давление выходной воды устройства охлаждения шлака	МПа	0.5				0.2			
10	LIC-0021/0022	Уровень воды в барабане котла	mm	0	+125	+200		-200	-280		76mm под центральной линией барабана применяется в качестве нулевой точки. отключение MFT.
11	LI-0024ab	Уровень воды в барабане котла	mm	0	+125	+200		-200	-280		Отключение MFT
12	TI-1008a~d	Температура слоя плотной фазы воздухораспределительной решетки	°C	690	750						
13	TI-1009ab	Температура колосниковых решеток:	°C	700	750	800		550	450*	380**	*: В случае не эксплуатации зажигательной горелки; **: В случае эксплуатации зажигательной горелки; Отключение: имеет в виду отключение MFT



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



П Таблица 2: Таблица установленных значений автоматического управления

№ датчика	Измеряемый параметр	Ед.изм.	Фиксированная величина параметра							Примечание
			Нормально	Сигнали- зация высокого	Отключе- ние высокого	Отключен- ие высокого	Сигнал- изация низкого	Отключен- ие низкого	Отключен- ие низкого	
				о 1	2	3	1	2	3	
TI-1010a~h	Температура колосниковой решетки топки	℃	690	750						
TI-1012a~f	Температура стенки после среднетемпературного перегревателя	℃	400	450						
TI-1013a~f	Температура стенки после высокотемпературного перегревателя	℃	490	530						
TI-1027	Температура шлака после устройства охлаждения шлака	℃	<130	150						
TIA-1028ab	Температура подшипника вентилятора первичного воздуха	℃	70	75						
TIA-1031ab	Температура подшипника вентилятора вторичного воздуха	℃	70	75						
TIA-1034ab	Температура подшипника дымососа	℃	70	75						
TI-1037ab	Температура золы устройства возврата материалов	℃	619	700						
PI-1047	Давление воздушной магистрали возврата материалов	kPa	71				30			
PI-1049ab	Давление слоя	kPa	8.57	12			6			
PI-1054ab	Давление дымового газа на выходе среднетемпературного перегревателя	Pa	-127~245	498	2489	3744	-498	-2489	-3744	Давление на выходе топки. С вентилятора а первичного в вентилятора вторичного воздуха высокого 3. Отключение в вентилятора в случае низкого
PI-1068ab	Давление золы на входе в устройства возврата	kPa	44~56	60	65					Отключение MFT
LIA-1072	Уровень в бункере инертных материалов	m	1.5~3.5	4			1			
	Уровень в бункере инертных материалов									Отключение и останов ремня



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



□ Таблица 3: Таблица установленных значений автоматического управления

№ п/п	№ датчика	Измеряемый параметр	Ед.изм-я	параметрический Фиксированная величина параметра							Примечание
				Нормальное	Сигнализация	Отключение	Отключение	Сигнализация	Отключение	Отключен	
					высокого 1	высокого 2	высокого 3	низкого 1	низкого 2	низкого 3	
29	AI-1084ab	Содержание кислорода в дымовых газах после низкотемпературного перегревателя	%	3.5	6			3			
30	AI-1085a~d	Точка росы после котла	°C	100				80			
31	LI-1101ab	Уровень воды в дренажном баке	mm	800~1400	1600			600	400		Ввод дренажного насоса 8AP001/002 низкого давления 2 в эксплуатацию не допускается
32	LIC-1111	Уровень воды в баке непрерывной продувки	mm	0~300	400						
33	TI-1120	Температура в топливном бункере перед котлом	°C	60	250						
34	AI-1155	Контроль природного газа в котельном помещении	%	0	3						
35	LS-2100ab	Сигнализация низкого уровня комплектного блока дозирования фосфата	mm		1400			200			
36	LS-2101ab	Сигнализация низкого уровня комплектного блока дозирования гидразина	mm		1400			200			
37	LS-2102ab	Сигнализация низкого уровня комплектного устройства разбавления гидразина	mm		1800			200			
38	PI-0010	Давление золовой магистрали	MPa			0.5					Отключение системы золоудаления при забивании материалами
39	LI-0012	Уровень в складе золы	mm		5000			0			
40	PI-0024	Давление песочной магистрали	MPa			0.5					Отключение системы передачи песка при забивании материалами



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



- **Х. Эксплуатация котла**

- **10.1 Проверки перед пуском котла:**

1. Ввод продувочной системы напорных трубок в эксплуатацию:

Проверка системы приборного и технологического воздуха осуществляется продувкой воздуха в небольшом количестве в топку через напорную трубку. Продувка должна осуществляться вручную периодически. Частота продувки определяется по опыту эксплуатации. При продувке соответствующие клапаны должны быть закрыты с целью обеспечения защиты приборов КИП. Аналогичные процедуры допускается применять для всех остальных трубок на стороне воздуха и стороне дымового газа котла.

2. Проверяется отсутствие заглушек на арматуре после ремонта и гидравлических испытаний.

3. Проверка системы топливоподачи, системы розжига, системы питания котла водой.

4. Проверяется состояние всех клапанов .

5. Проверяется пусковая газовая форсунка, вспомогательного оборудования, при этом подтверждается, что соответствующие клапаны находятся в необходимом положении открытия или закрытия.

6. Проверяется исправность термопар для измерения температуры на всех местах стенки барабана.

7. Проверяется отсутствие людей внутри котла. Потом закрывают все люки и снимают предохранительные бирки с оборудования, которое готовится к вводу в эксплуатацию.



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



8. Перед заполнением котла водой проверить соответствующие клапаны, включая спускной воздушный, дренажный и клапаны для КИП, установлены в следующее состояние:

Наименование клапана и описание	Положение
Паросборный коллектор оснащен импульсным предохранительным клапаном.	Установлено давление 9.7МПа (приборное давление)
Барабан оснащен импульсным предохранительным клапаном.	Установлено давление 11МПа (приборное давление)
Задвижка на магистрали питательной воды	Закрытие
Обратный клапан на магистрали питательной воды	Автоматический
Продувка пароперегревателя	Открытие
Арматура водоуказательных колонок	Открытие
Дренаж водоуказательных колонок	Закрытие
Клапан дозирования реагентов для котловой воды	Закрытие
Аварийный слив	Закрытие
Непрерывная продувка	Закрытие
Клапан отбор проб котловой воды	Закрытие
Трехходовой клапан для манометра барабана	Открытие
Клапан отбора проб насыщенного пара	Закрытие



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



Перед заполнением котла водой проверить:

Дренажный централизованной опускной трубы котла	Закрытие
Периодическая продувка нижнего коллектора водяного экрана	Закрытие
Воздушные спускные клапаны верхнего коллектора стены на левой, правой сторонах	Открытие
Дренажные клапаны нижнего коллектора стен на передней, левой, правой сторонах	Открытие
Дренажные клапаны коллекторов на входе, выходе низкотемпературного перегревателя	Открытие
Дренажные клапаны коллекторов на входе низкотемпературного перегревателя	Открытие
Воздушный спускной клапан коллектора на выходе низкотемпературного перегревателя	Открытие
Дренажные клапаны коллекторов на входе экранного перегревателя	Открытие
Воздушный спускной клапан коллектора на входе высокотемпературного перегревателя	Открытие
Трехходовой клапан манометра соединительного трубопровода на выходе высокотемпературного перегревателя	Открытие
Клапан выпуска пара в атмосферу на участке трубопровода на выходе перегретого пара	Автоматическое
Ручной клапан водоструйного пароохладителя	Закрытие
Клапан основного питательного байпаса	Закрытие
Стопорные клапаны верхнего, нижнего трубопроводов основной питательной воды	Открытие



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



9. При первом заполнении котла водой следует использовать качественную воду через трубопровод питательной воды и систему экономайзера.
10. При появлении воды из спускных воздушных клапанов соответствующих элементов закрыть вентили. Температура питательной воды должна быть $20^{\circ}\text{C} \sim 70^{\circ}\text{C}$ не ниже температуры стенки барабана.
11. Проверить работу уровнемера воды с электрическими контактами в помещении главного управления и сравнить с показаниями двухцветного уровнемера.
12. Проверить приборы КИП.
13. Проверка предохранительных и блокировочных устройств, уставки срабатывания.
14. Проверяется четкость показаний уровня воды на двухцветном уровнемере барабана.
15. Проверяется система смазки и система охлаждения всех приводных агрегатов (соответствует техническим требованиям завода-изготовителя).



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



16. Местонахождение и положение шиберов дымохода, воздуховода. Состояние шиберов отображаются на пульте управления.

Положение заслонки	Состояние
Направляющая лопатка на входе дымососа	Открытие
Направляющие лопатки на входах первичного вентилятора, вторичного вентилятора	Открытие
Верхний вторичный воздух	Открытие
Стопорный клапан спирального питательного воздушного байпаса	Открытие
Электрический стопорный клапан на выходе питателя	Открытие
Электрический стопорный клапан на входе питателя	Открытие
Газовый зажигатель под колосниковой решеткой и воздух псевдоожижения в топке	Включен
Разгрузочный воздух нижней части "J"-образного клапана	Открытие
Разрыхляющий воздух нижней части "J"-образного клапана	Открытие
Нижний вторичный воздух	Открытие
Скользкая задвижка на входе питателя	Открытие
Регулирующий клапан на выходе вентилятора "J"-образного клапана до байпаса первичного воздуха	Открытие
Воздух продувки топлива	Открытие
Уплотнительный воздух питателя топлива	Открытие

♦ Цель данной рекомендации порядка управления заключается в обеспечении безопасного правильного пуска. Внесения изменения допускается в случае получения опыта эксплуатации в будущем.



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



□ 10.2 Испытание котла в холодном состоянии.

• 10.2.1 Цель испытания в холодном состоянии

1. Проверка расхода дымососа, вентилятора первичного, вторичного воздуха, ротационного вентилятора. Соответствует ли требованиям проектирования, образования циркулирующего кипящего слоя .
2. Проверка воздушной системы, дымовой газовой системы на герметичность.
3. Проверяется воздушное распределительное устройство на равномерность распределения воздуха.
4. Измеряется сопротивление воздухораспределительной планки.
5. Проверяется состояние псевдоожижение инертных материалов.
6. Испытания слоев материалов на характеристику сопротивления. Составляют кривую сопротивления слоев материалов с изменениями расхода воздуха, подтверждают расход воздуха при критическом псевдоожижении в холодном состоянии и минимальный расход воздуха при эксплуатации в горячем состоянии.
7. Проверяется система возврата материалов на надежность характеристики работы.

10.2.2 Подготовка к испытаниями в холодном состоянии:

1. Расходомеры, манометры и дифманометры, связываемые с испытаниями, обязательно должны быть укомплектованными и исправными.
2. Следует готовить испытательные инертные материалы в достаточном количестве. В качестве инертных материалов обычно применяется кварцевый песок, зернистость составляет 0~2mm.
3. Проверка и очистка колпачков во избежание забивания. Проверяются колпачки и воздухораспределительные решетки на герметичность и прочность.



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



- 10.2.3 Измерение сопротивления воздухораспределительной решетки:

Инерные материалы отсутствуют на воздухораспределительной решетке при измерении сопротивления. Все клапаны котла закрываются перед измерением. Пускается дымосос, вентилятор первичного воздуха. Поддерживается давление -20Pa на выходе топки. Заслонка регулировочного клапана постепенно открывается. Расход воздуха медленно и плавно увеличивается (4000~6000m³/h до максимального расхода). Данные о расходе, давлении, температуре воздуха и давлении воздуха в воздушной камере записываются. Потом расход воздуха уменьшается с максимального расхода воздуха и соответствующий расход, температура и давление воздуха записываются. Среднее значение показаний и есть характеристика воздухораспределительной решетки. Строится кривая отношения изменения сопротивления воздухораспределительной решетки к расходу воздуха в прямоугольной системе координат. Кривая подвергается математической обработке, и получается расчетная формула сопротивления воздухораспределительной планки.

- 10.2.4 Проверка воздухораспределительной решетки на равномерность (кипящий метод):

На воздухораспределительной решетке установить слой толщиной 400~500mm из кварцевого песка зернистостью 0~2mm. Пустить вентилятор первичного воздуха, дымосос. Расход воздуха медленно увеличивается. Наблюдается движение инертных материалов. При приближении инертных материалов к псевдоожижению следует обратить внимание на вероятность существования мертвого угла псевдоожижения на поверхности колосниковых решеток. Псевдоожижение можно контролировать кочегарным инструментом. При достижении достаточного псевдоожижения материалов расход воздуха быстро уменьшается до нуля. Наблюдается состояние поверхности материалов. В случае, если поверхность слоя материалов ровная, это означает равномерность воздухораспределения, псевдоожижение удовлетворительное, если поверхность слоя материалов неровная (высокий слой-малый расход воздуха, вогнутые места означают больший расход воздуха) –неудовлетворительное распределение. В таких случаях проверить колпачки на забивание и на утечки воздуха.



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



- 10. 2.5 Испытания высоты слоя материала на сопротивление в холодном состоянии.
На воздухораспределительной решетке уложить слои материалов 400mm, 500mm, 600mm, по измерению сопротивления воздухораспределительной решетки измеряется расход, температура воздуха и давления воздушной камеры для разных высот слоев. Степень регулирования расхода воздуха уменьшается когда инертные материалы приближаются к псевдоожижению. Полученное при измерении давление в воздушной камере представляет собой сумму сопротивления слоев материалов и сопротивления воздухораспределительной решетки. Давление воздуха в воздушной камере минус сопротивление воздухораспределительной решетки при одном и том же расходе воздуха, получают сопротивление слоев материалов. Наносят в системе координат и получают кривую отношения сопротивления и расхода воздуха слоев материалов при разных толщинах слоев материалов, т. е. характеристическая кривая сопротивления слоев материалов. В соответствии с характеристической кривой холодного состояния можно определять расход воздуха в холодном состоянии, и можно рассчитать минимальный эксплуатационный расход воздуха в горячем состоянии.
- 10.2.6 Проверка системы возврата материалов :
На воздухораспределительной решетке уложен один слой толщиной 400~450mm из шлаковой золы размером частиц 0mm~1.5mm. Пуск дымососа, вентилятора первичного воздуха, при этом обеспечивается скорость движения инертных материалов. Через сепарацию золы циклонным сепаратором определенное время (порядка 5~10 минут) закрывается клапан первичного воздуха воздушной камеры, вытяжной воздух переключается в состояние незначительного вакуума топки, клапан возврата материалов медленно открывается для того, чтобы система возврата материалов нормально работала.



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



10.3 Розжиг котла.

10.3.1 Общие правила:

1. После получения команды на розжиг полная проверка оборудования котельного агрегата и подготовка в соответствии с инструкцией.
2. Кипящий слой размером частиц $0\sim 1.5\text{mm}$., высотой $400\sim 500\text{mm}$. Толщина должна быть равномерной.
3. Испытание блокировок. Соответствующие блокировки находятся в правильном положении.
4. Система дистанционного управления DCS введена.
5. Все испытания в холодном состоянии проведены и подробно записаны.
6. Закрыть люки котла. В ручном режиме осуществляется дистанционный пуск дымососа. Разряжение в топке $50\sim 100\text{Pa}$. Вентиляция топки проводится 5 минут.
7. Пуск вентилятора первичного воздуха. Расход воздуха для дымососа и вентилятора первичного воздуха регулируется для организации состояния псевдосжижения.
8. Перед розжигом проверить газовые запальники, их движители, арматуру, автоматику в ручном режиме.
9. Розжиг газа осуществляется в системе DCS в автоматическом режиме.
10. Выдвижение запальника после удачного розжига. При неудачном зажигании немедленно закрыть впускной клапан. Повторный розжиг после вентиляции топки.
11. Открывается клапан регулирования воздуха, его температура $600\sim 800^{\circ}\text{C}$ для подогрева инертных материалов, медленного повышения температуры колосниковой решетки.
12. Температура инертных материалов медленно повышается. Начало зажигания - стадия теплопоглощения и расширения инертных материалов. Расход воздуха для минимального микросевдоожения поддерживается.
13. Прекращение подачи материалов при понижении температуры колосниковой решетки до 350°C . Останов газовых горелок если температура колосниковой решетки достигла 550°C и стабилизируется на 550°C .
14. В стадии розжига следует контролировать температуру воздуха не более 800°C во избежание повреждения колпачков.



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



□ 10.3.2 Меры безопасности при розжиге:

- 1. Контроль температуры колосниковой решетки, предотвращение коксообразование при превышении температуры на местах.
- 2. Контроль уровня воды в барабане.
- 3. Контроль скорости повышения температуры во избежание температурных перекосов. (50°C в час)
- 4. Контроль тепловых расширений по реперам.
- 5. Поддержание необходимого разряжения в топке.
- 6. Произвольное открытие люков не допускается.
- 7. При розжиге горение газа контролируется датчиком. При погасании факела подача газа автоматически прекращается во избежание вспышки. При выходе автоматики из строя произвести останов газовых горелок в ручную.
- 8. В случае неудачного розжига необходимо провентилировать топку в течении 5-10 минут.
- 9. Давление газа запальника и расход воздуха должен исключать большой факел для предохранения стенок камеры.
- 11. После прекращения газоснабжения обязательно следует закрыть ручные стопорные клапаны до и после входа газового пистолета.
- 12. Прогрев циклонного сепаратора и устройства возврата материалов возможен при температуре колосниковой решетки 300°C.



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



□ 10.4 Повышение давления котла

• 10.4.1 Время повышения давления и кривая повышения давления:

1. При пуске повышение давления в барабане следует проводить медленно. Повышение температуры насыщения $\leq 50^{\circ}\text{C}$. Разность температуры верхней и нижней стенки $< 50^{\circ}\text{C}$.
2. При пуске скорость повышения давления должна быть равномерной, усилить контроль. Повышение давления должно осуществляться по кривой повышения температуры, изложенной в "Инструкции по эксплуатации котла".

• 10.4.2 Внимание в процессе повышения давления:

1. Проверить клапаны, фланцы, пробки, расположенные на барабанах, коллекторах, на вероятность утечки воды. При утечке воды следует немедленно остановить повышение давления и осуществлять обработку.
 2. Процесс повышения давления, температуры должен проходить плавно и равномерно. При этом значения расширения контролируются, записываются в следующих стадиях:
 - 2.1 До и после подачи воды.
 - 2.2 Контроль теплового расширения при давлении в барабане 0.3-0.4; 1-1.5; 2.0; 4.0 МПа.
- При ненормальном расширении необходимо уточнить причины. Дальнейшее повышение давления допускается лишь после устранения неисправности.
3. Повышение давления котла должно осуществлять медленно (50°C в час). Скорость повышения давления в пределах 0.03-0.05 МПа в мин.



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



4. Открыть дренажный клапан коллектора на выходе пароперегревателя, продувка пароперегревателя открыта для прогрева.
 5. Контроль горения, поддержание равномерного повышения температуры в котле.
 7. Внимание: Температура на выходе высокотемпературного перегревателя не допускается выше 480°C, низкотемпературного - 450°C.
 8. При паропроизводительности котла менее 10% номинального значения, регулировать температуру дымовых газов на входе высокотемпературного перегревателя или регулировать температуру перегретого пара на выходе, которая на 50~100°C меньше температуры при номинальной нагрузки при пуске и повышении давления.
 9. Циркуляцию экономайзер- барабан открыть. Закрыть при стабильном питании котла водой.
 10. Расширение элементов контролируется с помощью индикатора расширения. Значения записывать при розжиге котла, после капремонта, текущего ремонта.
 11. При неравномерном нагреве произвести продувку непрогретого коллектора.
- В процессах повышения давления следует часто контролировать изменение уровня воды в барабане и поддерживать нормальное значение уровня (76mm под центральной линией).



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



□ 10.5 Нормальная эксплуатация

• 10.5.1 Горение

При нормальной эксплуатации котла давление перегретого пара следует поддерживать 9.2 ± 0.1 МПа.

1. Главное средство изменения нагрузки котла - регулирование количество подачи материалов и расхода воздуха. Температура колосниковой решетки может изменяться в пределах $630^{\circ}\text{C} \sim 680^{\circ}\text{C}$, при этом значительное изменение температуры допускается в краткое время. Регулирование температуры колосниковой решетки и разность верхней, нижней температуры в топке осуществляется через расход первичного, вторичного воздуха. При низкой нагрузке увеличение расхода первичного воздуха может понизить температуру колосниковой решетки, уменьшить разность верхней, нижней температуры в топке. При высокой нагрузке следует стараться поддержать разность температуры в котле минимальной. После достижения необходимого расхода пара температура колосниковой решетки должна стабилизироваться порядка 650°C , и через регулирование топлива и скорости горения поддерживают нагрузку котла стабильной. При изменении нагрузки котла по возможности поддержание температуры колосниковой решетки постоянной. В любых случаях следует обеспечить рациональное отношение воздуха, материалов и нормальное горение.
2. Следует непрерывно контролировать содержание кислорода в дымовых газах с целью поддержания нормального горения. Требования к контролю количества кислорода при разных нагрузках приведены в приложенном рисунке 4.
3. При температуре в топке в нормальных пределах низкое значение выхлопа NO_x . С повышением температуры в топке NO_x увеличивается. В связи с этим контролировать содержание NO_x в системе непрерывного контроля. При необходимости следует регулировать эксплуатационную температуру топки, при этом регулировать распределение расхода вторичного воздуха в разных слоях.



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



4. Периодически проверяется состояние псевдоожижения, равномерность слоя. Если на любой термопаре, находящейся на воздухораспределительном решетке, низкая температура, это показывает, что инертные материалы уже находятся в лучшем псевдоожиженном состоянии. Если часть колосниковых решеток потеряла псевдоожижение, то следует увеличить расход воздуха для колосниковых решеток и временно увеличить шлакоудаление. Если вышеизложенные меры не смогли улучшить псевдоожижение необходимо при остановке котла проверить колпачки воздухораспределительной планки на вероятность забивания, инертных материалов на вероятность зашлаковывания.

5. Непрерывно контролируется дифференциальное давление на стороне дымового газа конвективной поверхности нагрева, периодически проверяется состояние накопления золы на поверхности нагрева.

6. Периодически проверяется топливная система на вероятность забивания, проявления аномального звука, вибрации. Проверяется ленточная транспортная система, смазывание и все точки контроля температуры.

7. Непрерывно контролируется высота уровня инертных материалов. Нормальная высота поддерживается через увеличение количества шлакоудаления. Цель удаления шлака из колосниковых решеток заключается в поддержании надлежащего общего количества материалов в колосниковых решетках и состава материалов, при этом контроле количества выхлопа SO₂.

8. Непрерывный контроль разности давления воздухораспределительной планки. В случае значительно понижения давления следует проверять КИПиА, проверить сенсорные трубопроводы на вероятность забивания. Воздухораспределительную планку следует проверять при останове котла в случае, если приборы и сенсорные трубопроводы исправны.



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



□ 10.5.2 Качество питательной воды и пара:

1. Солесодержание питательной воды, химический состав и свойства находятся в допустимых пределах. Несоответствие качества питательной воды может привести к накипеобразованию, коррозии.
2. Солесодержание пара должно поддерживаться в допустимых пределах. При эксплуатации котла в расчетном эксплуатационном режиме находящееся в барабане влагоотделительное оборудование обеспечивает содержание соли в допустимых пределах. Уносимая паром влага может содержать соль и прочие примеси, которые могут накопиться на внутренней поверхности паропроводов.
3. Степень открытия непрерывной продувки зависит от качества котловой воды. Эти клапаны должны медленно открываться, закрываться. При пуске котла увеличить продувку с целью поддержания стабилизации эксплуатационного режима котла. Продувка в слишком большом количестве может вызывать понижение эффективности котла. Внимание: в процессах эксплуатации котла дренажный клапан нижнего коллектора водяного экрана котла не может применяться для продувки.



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



□ 10.5.3 Обдувка:

Для обеспечения номинальной нагрузки котла и высокой эффективности обдувка поверхностей нагрева необходима для улучшения теплопередачи. Накопленная пыль может быть удалена обдувочным аппаратом после ввода котла в эксплуатацию. Обдувка может осуществляться вне зависимости от нагрузки котла. При эксплуатации котла под нагрузкой до 50% управление приточным вентилятором, вытяжным вентилятором должно осуществляться вручную при обдувании.

Обдувания - часть эксплуатации котла. Контроль обдувки требуется для достижения наилучшего эффекта очистки. Для обеспечения эффекта обдувания создают наилучшие порядки обдувания. Контроль и проверка должна осуществляться в следующих областях:

- (1) В период останова котла следует проверять накопление золы в конвективном газоходе.
- (2) Контролируется температура стенки трубы высокотемпературного перегревателя и температура пара на выходе.
- (3) Контролируется изменение расхода воды из охладителя.
- (4) Контролируется температура газов на выходах экономайзера и воздухоподогревателя.
- (5) Контролируется изменение дифференциального давления на воздушной стороне и дымовой стороне воздухоподогревателя.
- (6) Контролируется сопротивление газов, которые проходят хвостовую поверхность нагрева.

В общем при вводе обдувочной системы в эксплуатацию первый раз следует контролировать вышеизложенные параметры котла и улучшенной обдувочной программой периодический контроль системы способствует предотвращению непланового останова котла из-за аварии.



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



□ 10.6 Останов котлоагрегата:

• 10.6.1 Нормальный останов котла:

1. Нормальный останов котла-это когда снижение нагрузки не вызывает сильное колебание температуры и давления, при этом котел находится в горячем резерве. Может автоматически выполняться.
2. Осуществить обдувку перед понижением нагрузки и остановом котла.
3. В процессе останова котла следует обратить внимание на то, что разность температуры верхней и нижней стенки допускается не более 50°C.
4. При необходимости температура на выходе перегревателя может регулироваться через регулирование расхода воды из охладителя. При отсутствии необходимости понижения температуры стопорный клапан на охладительном трубопроводе закрывается.
5. Проверяется и поддерживается нормальный уровень воды в барабане.
6. Нагрузка агрегата снижена до минимальной стабильной нагрузки. Минимальная нагрузка агрегата поддерживается порядка 30 минут с целью постепенного охлаждения огнестойкого материала циклона.
7. Управление котлом переключается в ручное управление.
8. Все стопорные клапаны на выходах топливных бункеров закрываются, топливо из конвейеров выпущено (если требуется длительный останов котла). При этом топливо в топливном бункере понижено до минимального безопасного уровня.
9. Контролируется количество кислорода в котле и температура колосниковой решетки. При увеличении количества кислорода и понижения температуры колосниковой решетки закрывается заслонка воздушного клапана, расположенного на нижней части котла, подача воздуха в большую воздушную коробку прекращается.



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



10. При понижении нагрузки котла до 10% от номинальной открываются дренажные клапаны на коллекторах на выходе высокотемпературного перегревателя и на трубопроводе свежего пара. При этом следует обратить внимание на контроль скорости охлаждения котла. Эти дренажные клапаны не допускается закрывать при наличии пара.

11. После погасания топлива отключение приточного вентилятора, дымососа и вентилятора питания топлива допускается через 5 минут с целью продувки горючих веществ в котле.

12. После останова котла все вентиляторы отключены при необходимости поддержания давления котла после завершения продувки. Заслонки всех соответствующих вентиляторов закрываются с целью входа агрегата в резервное горячее состояние. Дренажные клапаны на коллекторе на выходе высокотемпературного перегревателя и на трубопроводе свежего пара закрываются в случае, если давление барабана уже понизилось до минимального установленного давления и ниже, и отсутствие достаточной резервной теплоты для парообразования вызывает срабатывание предохранительного клапана. При отсутствии горения в топке дренажные клапаны и воздушные спускные клапаны должны поддерживаться закрытыми.

13. Дренажные клапаны системы перегревателя обязательно открыть перед розжигом с целью поддержания давления пара. В процессах горения эти клапаны должны быть открыты. При этом питание котла водой идет.

14. При необходимости длительного останова или ремонта котла дальнейшее охлаждение котла проводится вентилятором. При этом удаление инертных материалов проводится с помощью шлаковой трубы. Вместе с тем следует регулировать дренажный клапан перегревателя с целью понижения давления барабана по требуемой скорости, как можно равномерно охлаждения агрегата. Остаточная теплота в стене котла и элементах котла будет вызывать дальнейшее парообразование в значительно длительное время. В данной стадии уровень воды в барабане следует поддерживать приблизительно к верхнему предельному значению. При завершении удаления инертных материалов из котла следует проводить продувку котла 5 минут. Потом удаление шлака прекращается через шлаковую трубу. Вентиляторы допускается выключить в случае охлаждения котла до температуры, при которой вход человека в котел допускается.



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.

15. Питательная система отключена. Останов приточного вентилятора, дымососа .

16. Дальнейшая эксплуатация вентилятора типа "J"-образного клапана должна осуществляться после останова приточного вентилятора, вытяжного вентилятора. Вентилятор типа "J"-образного клапана не допускается отключить перед охлаждением "J"-образного клапана до 260°C и ниже во избежание повреждения блока "J"-образного клапана.

17. Система золоудаления отключена.

18. При необходимости полностью выпуска пара и воды из котла все воздушники и дренажные клапаны открываются при понижении давления в барабане до 0.1МПа (приборное давление). Температура котловой воды при дренировании не выше 120°C. Оставшая теплота в котле способствует сушке внутренней поверхности труб котла.

19. При останове котла короткое время дренажный клапан и воздушный спускной клапан коллектора перегревателя должен быть открытым.

При длительном останове котел должен быть полностью заполнен антикоррозионной диамидовой деаэрированной щелочной водой. В случае, если продолжительность останова котла составляет несколько недель или несколько месяцев, или заполнение котла не допускается по климатическим условиям следует осуществлять дренаж, сушку барабана. Несколько тонких тарелок с кремневым гелем допускается установить в барабане с целью поглощения влажности в барабане, поддержания внутренней поверхности сухой. В случае, если продолжительность останова котла составляет лишь несколько дней или больше, следует провести обдувку. Потому что поглощение влажности накопленной пылью с серой может вызывать коррозию труб. В обычном случае обдувку котла следует осуществлять перед остановом котла.



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



□ 10.6.2 Расхолаживание котла:

1. Для остановленного котла предусмотрено лишь естественное охлаждение.
2. В течение 6 часов после останова котла следует закрыть все люки и заслонки газохода во избежание резкого охлаждения котла.
3. Через 6 часов с момента останова котла заслонка дымовой трубы постепенно открывается с целью вентиляции. При этом проводят необходимую заправку водой и выпуск воды.
4. При понижении давления до 0.2 МПа следует открыть воздушный клапан. Котловую воду допускается выпустить при понижении температуры котловой воды до 80°C.
5. При необходимости резкого охлаждения допускается пуск вытяжного вентилятора после 8-10 часов с момента закрытия ГПЗ. Заслонка чуть открывается с целью охлаждения. При этом увеличивается количество раз заправки водой, выпуска воды.
6. Заслонка вытяжного вентилятора постепенно открывается после 12 часов с момента останова котла. При необходимости допускается полностью выпустить инертные материалы.
7. Резкое охлаждение при останове котла может выполняться лишь после распоряжения ответственного лица.
8. Контролировать котел до снижения давления в барабане до 0.
9. При охлаждении котла следует строго контролировать разность температуры верхней стенки, нижней стенки барабана, которая не допускается больше 50°C.

◆ Внимание при останове котла:

1. В течение 10 часов после останова котла следует контролировать изменение температуры дымовых газов. В случае повышения температуры следует немедленно осуществлять проверку и соответствующую обработку.
2. После прекращения подачи воды следует немедленно открыть рециркуляционный клапан экономайзера, защитить экономайзер.



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



□ 10.6.3 Защита котла от замерзания:

1. Температура в котельном помещении в зимнее время не допускается ниже +5.
2. Окна котельного помещения должны быть закрыты.
3. После останова котла необходимо полностью выпустить воду из котла по установленным требованиям.
4. Все дренажные клапаны открываются. Сушка поверхности нагрева проводится с помощью избыточной теплоты котла.
5. Охлаждающая вода механического оборудования должна быть открыта с целью обеспечения свободного течения воды.
6. Все люки котла и заслонки вентиляторов должны быть закрыты во избежание попадания холодного воздуха.
7. Ввод всех видов отопительного оборудования в котельном помещении в эксплуатацию. Температура котельного помещения поддерживается выше +5°C.
8. Вода полностью выпущена из приборных труб.

□ 10.6.4 Защита остановленного котла:

1. Антикоррозионная защита котла :

Котел наполнен питательной водой. Давление подъема водяного насоса составляет 1-1.5Мра. Каждый день анализируют растворенный в воде кислород для того, чтобы содержание кислорода не превысило установленное значение. Для зимнего времени предусмотрены меры по защите от замерзания.

2. Гидразиновый метод:

- (1) Дренаживание не осуществляется после останова котла. Заправка амиачной водой и гидразином проводится дозаторным насосом для того, чтобы система была наполнена и концентрация гидразина в воде поддержалась 150-200mg/L, значение PH более 10.



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



(2) В случае проведения технического обслуживания после капремонта следует, прежде всего, заполнить котел раскисленной обессоленной водой, потом в воду добавить аммиачную воду и гидразин. По завершении заполнения водой давление котла повышается до 0.4 -0.6МПа. Кислород выпускается из воды. Горение прекращается при получении качественной котловой воды.

3. Осушительный метод:

(1) Осушительный метод после останова котла сливается вода из котла при давлении 0.5МПа. При полностью слитой воды из котла тепло в котле поддерживается с помощью избыточной теплоты котла или зажигательного устройства с целью сушки металлической поверхности.

а. При снижении температуры воды до 100-120°C после останова котла полностью сливается из разных частей, сушка металлической поверхности осуществляется с помощью избыточной теплоты. Гранулированный шлак удален из котла, потом в котел добавлено сушильное средство, и все клапаны закрываются во избежание входа наружного воздуха.

б. Частоприменяемое осушительное средство: окись кальция, негашеную известь и кремнелевый гель и т. д.

3) Сушильное средство устанавливают в несколько эмалированных тарелках. Тарелки равномерно расположены по длине барабана, установлены в барабане и оборудовании, плотно закрываются все клапаны, через 7-10 дней проверяется состояние сушильного средства. В случае, если сушильное средство не действует, следует своевременно заменить на новое сушильное средство. Проверка или замена недействующего сушильного средства осуществляется раз в месяц.



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



XI. Правила безопасности:

Правила безопасности при эксплуатации котла:

1. За исключением пульта управления, при входе в помещение котельного участка обязательно носить каску и спецодежду.
2. При розжиге, шлакоудалении, наблюдении пламени обязательно использовать необходимые средства защиты.
3. Острые инструменты запрещается применять для удаления шлака в топке, окне газового пистолета и фурме.
4. При управлении природным газовым пистолетом и продувке следует стоять боком, предварительно выбирать маршрут эвакуации и сохранять высокую бдительность.
5. При периодической продувке следует стоять на боковой стороне продувочного клапана. Запрещается применять рычаги для открытия и закрытия продувочного клапана. В случае гидроудара в трубопроводе при продувке следует временно прекратить продувку. Продувка осуществляется после устранения причины.
6. Значительное колебание давления топки котла вызывает нестабильное горение. Правильно носить защитные маски и сохранять высокую бдительность, стоять боком, не стоять напротив люков, фурмы или окна природного газового пистолета.
7. При управлении паровым клапаном следует стоять сбоку от клапана и осуществлять медленное открытие. Быстрое управление запрещается. При управлении запрещается применять инструменты, которые не отвечают установленным трубованиям.
8. Предохранительные клапаны необходимо периодически проверять по "Правилу контроля котлов". Регулирование запрещается.



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



9. После ввода недавно установленного местного уровнемера следует плавно открыть подогревательную стеклянную планку на стороне пара, и боком стоять во избежание травматизма из-за разрыва.

10. При наблюдении и продувке уровнемера барабана следует стоять на стороне уровнемера. Открытие клапана должно медленно осуществляться.

11. Поддерживать уровнемер в исправном состоянии. При выходе из строя всех указателей прямого действия осуществить аварийную остановку котла; Блокировка уровня обязательно должна быть исправной и надежной. Произвольно деблокировка уровня запрещается. При необходимости деблокировки уровня в производственных процессах необходимо осуществлять деблокировку строго по соответствующим правилам и программам.

12. Подача воды припуске категорически запрещается.

13. Резкое регулирование ТДО при работе не допускается. Регулирование нагрузки должно осуществляться медленно во избежание выбрасывания огня и выпуска летящей золы в большом количестве из-за значительного колебания давления топки котла.

14. При вентиляции котла необходимо отрегулировать разряжение в котле до надлежащего значения во избежание травматизма из-за выбрасывания огня при положительном давлении при проверке люков, осмотровых люков; при продувке запрещается открыть осмотровой люк для наблюдения состояния накопленной пыли.

15. Ручная вентиляция запрещается в случае нестабильного горения.

16. При продувке необходимо правильно носить защитные перчатки; продувка запрещается в случае дефекта продувочного устройства.



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



17. При продувке необходимо применять правильные инструменты и осуществлять продувку по соответствующим правилам.
18. Продувка осуществляется с взаимодействием с оператором DCS. При продувке прежде открыть первый клапан, потом второй клапан; при остановке продувки следует прежде закрыть второй клапан, потом закрыть первый клапан.
19. Проводить продувку каждой продувочной точки не более 30 секунд. Длительная продувка запрещается во избежание слишком большого колебания уровня воды барабана или нарушения циркуляции воды.
20. Продувочные операции запрещается осуществлять при ремонте продувочной системы.
21. Необходимо своевременно проверять эксплуатацию природных газовых горелок во избежание взрыва после гашения.
22. Приборный сжатый воздух запрещается применять для продувки одежды и прочих назначений, не связанных с производством.
23. В процессах эксплуатации котла следует контролировать изменения уровня бункера материалов и давления природного газа.
24. Перед пуском оборудования следует осуществлять проверку. Пуск допускается после проверки всех видов оборудования. Пуск оборудования, эксплуатация которого долго не осуществилась, допускается лишь после подтверждения соответствующими профессиональными сотрудниками исправности.

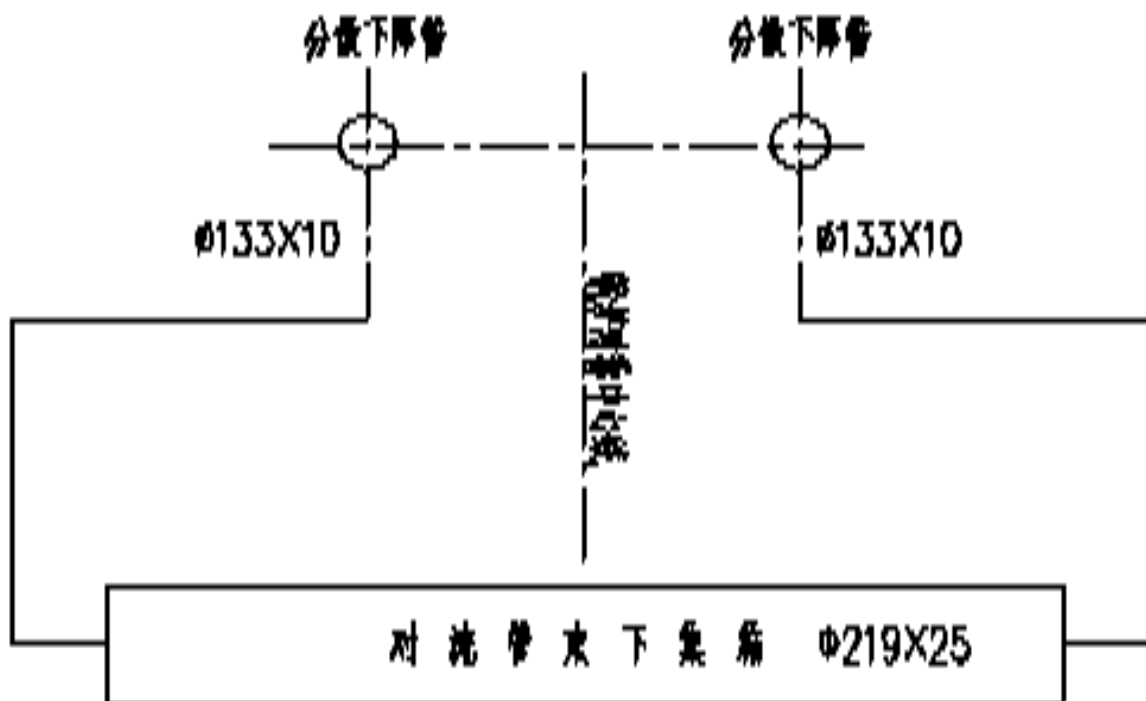
● Приложение:



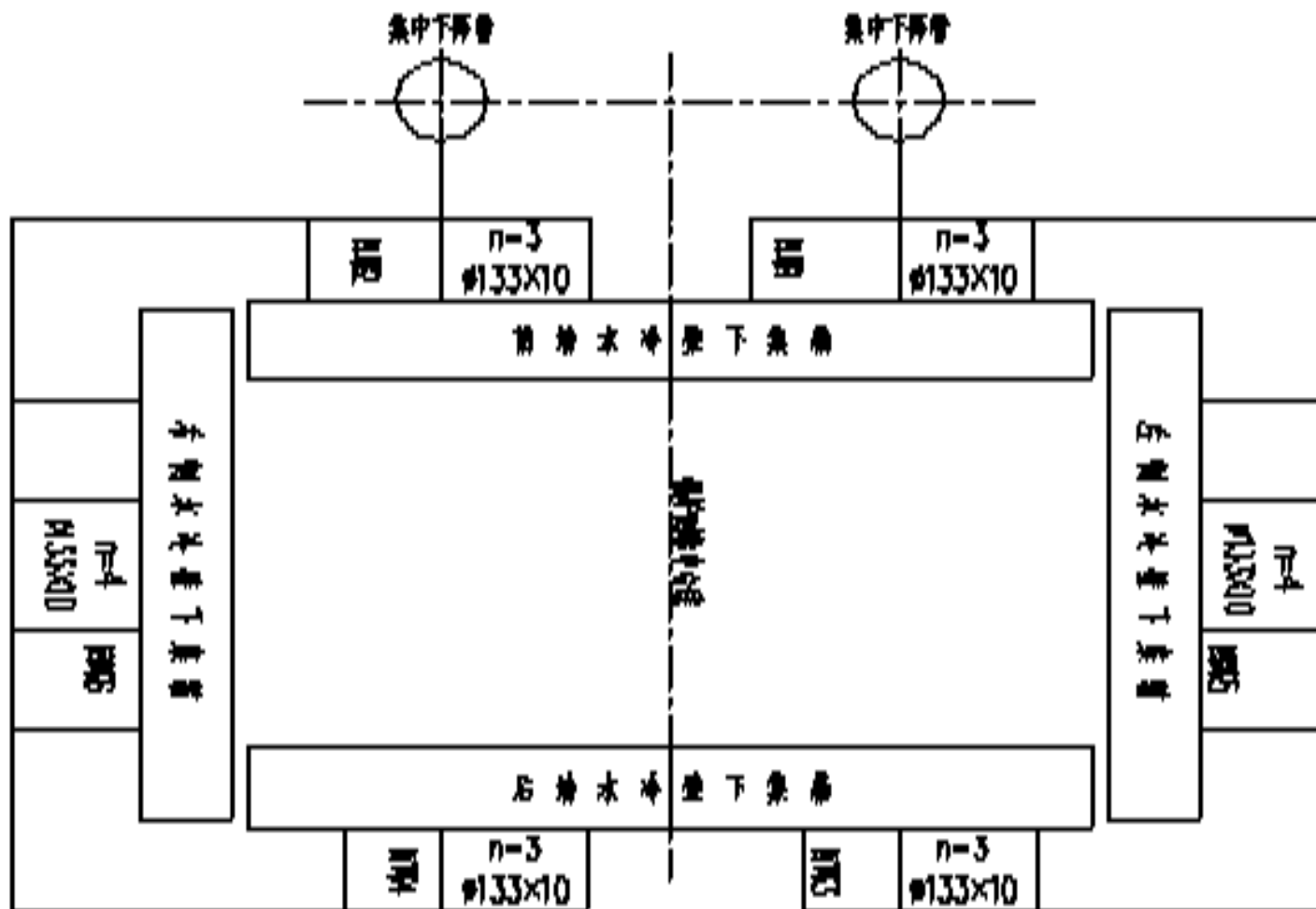
Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



□ Приложение 1: Схема расположения централизованных канализационных труб и канализационных соединительных труб:



Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.

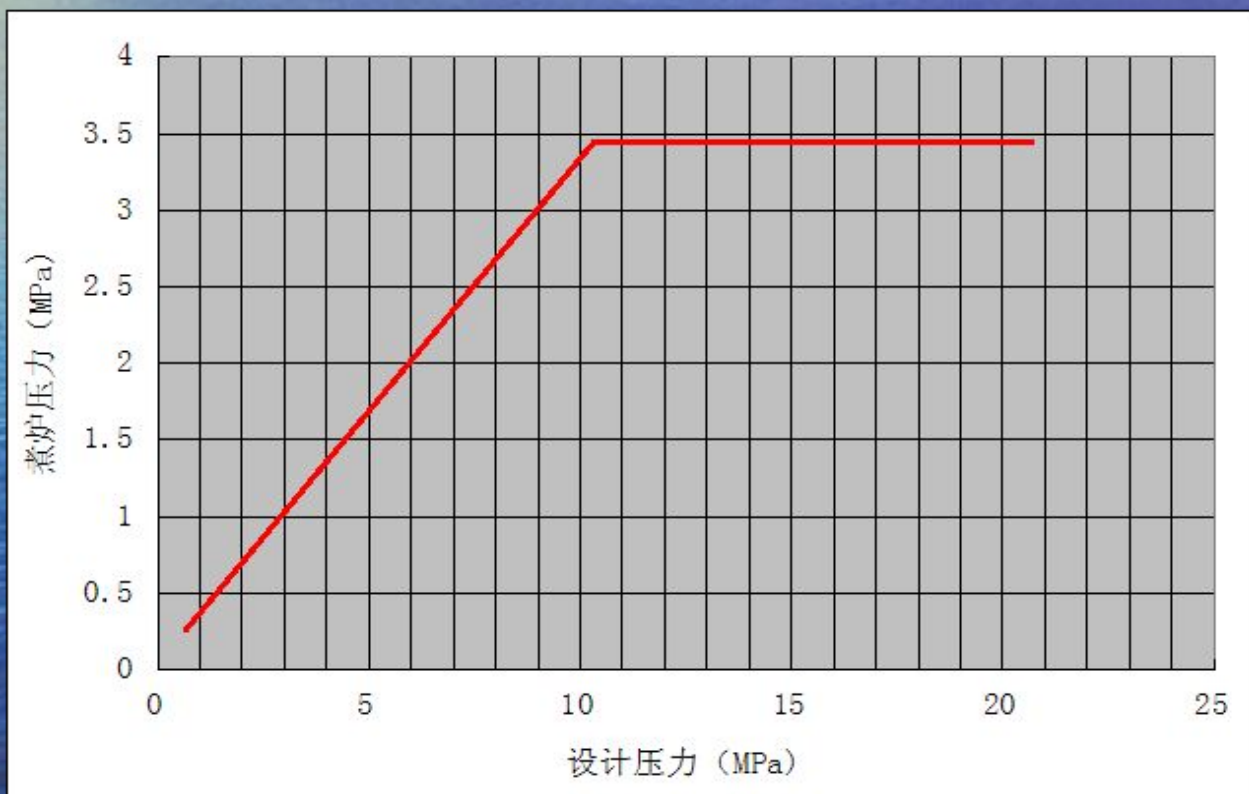




Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



□ Приложение 2: Рекомендованное давление варочного котла под разными расчетными давлениями

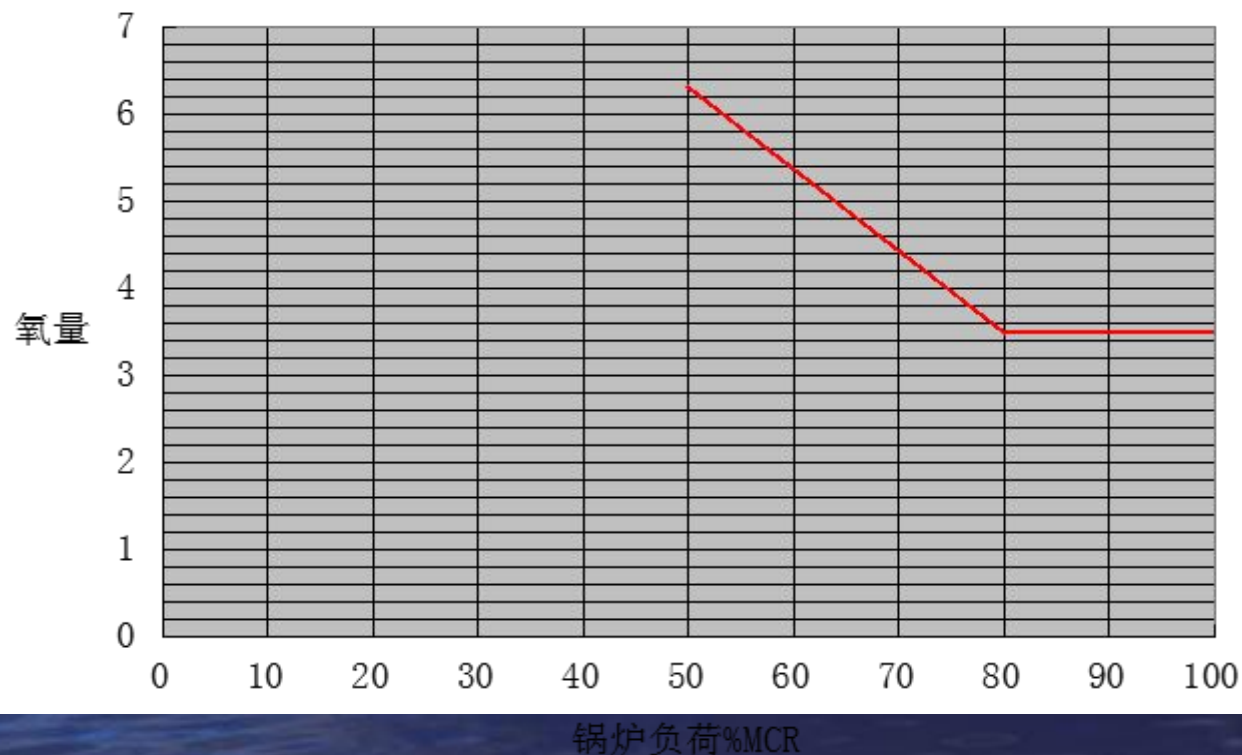




Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



□ Приложение 3: Кривая отношения количества кислорода на сухом основании дымового газа % и нагрузки %



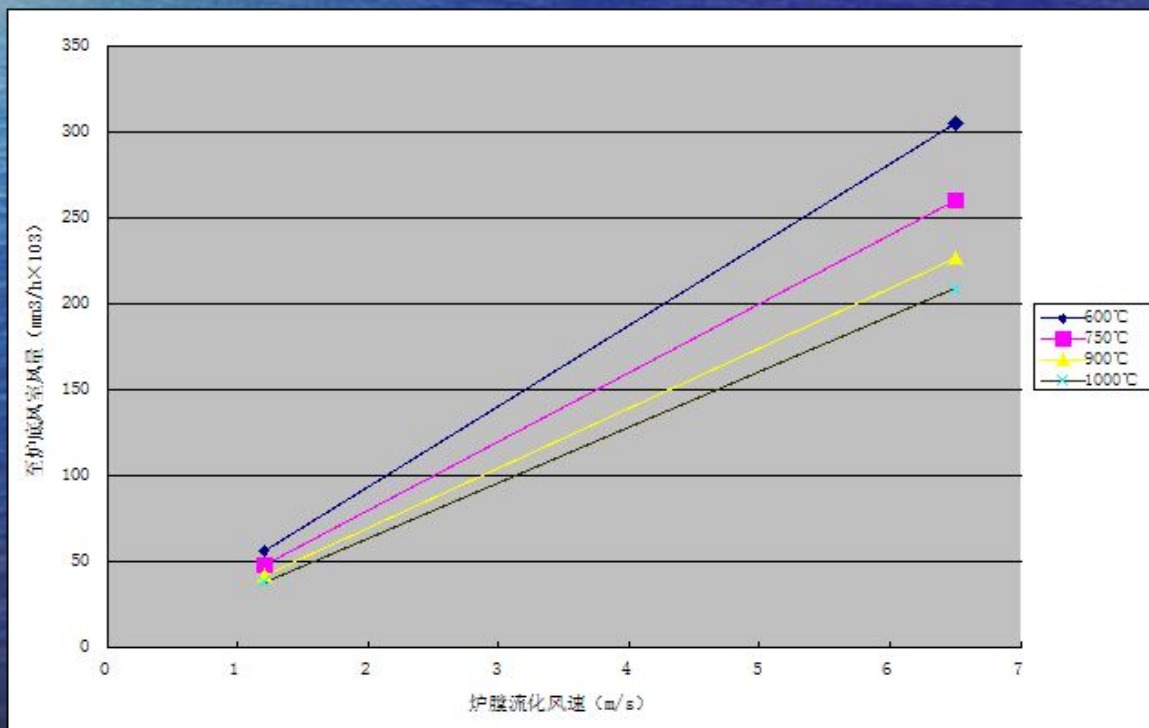
Учебный курс по целлюлозному заводу



производительностью 400,000 т/



Приложение 4: Отношение между расходом воздуха псевдоожиженного слоя и скоростью псевдоождения

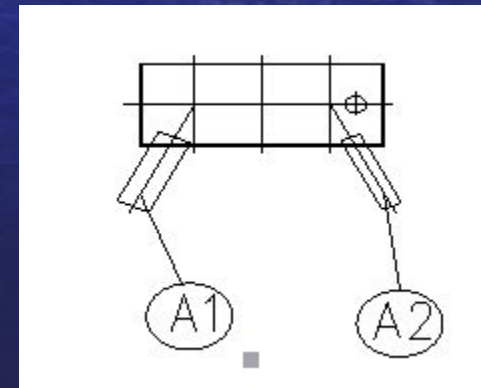
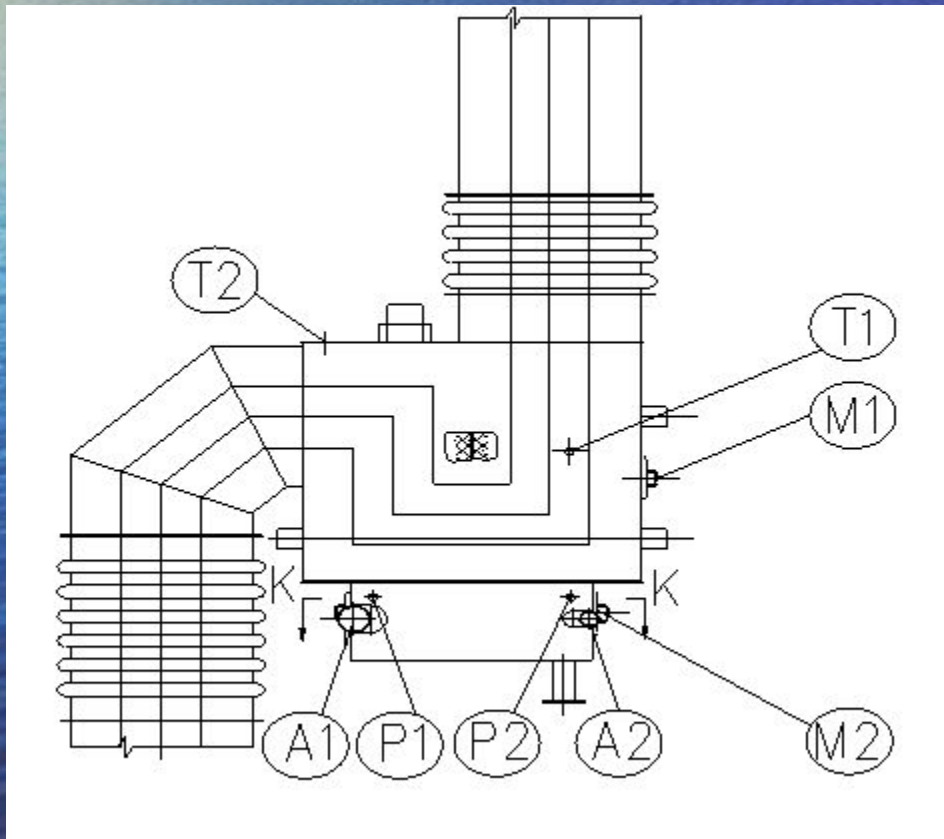




Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



□ Приложение 5: Внешний вид "J"-образного клапана

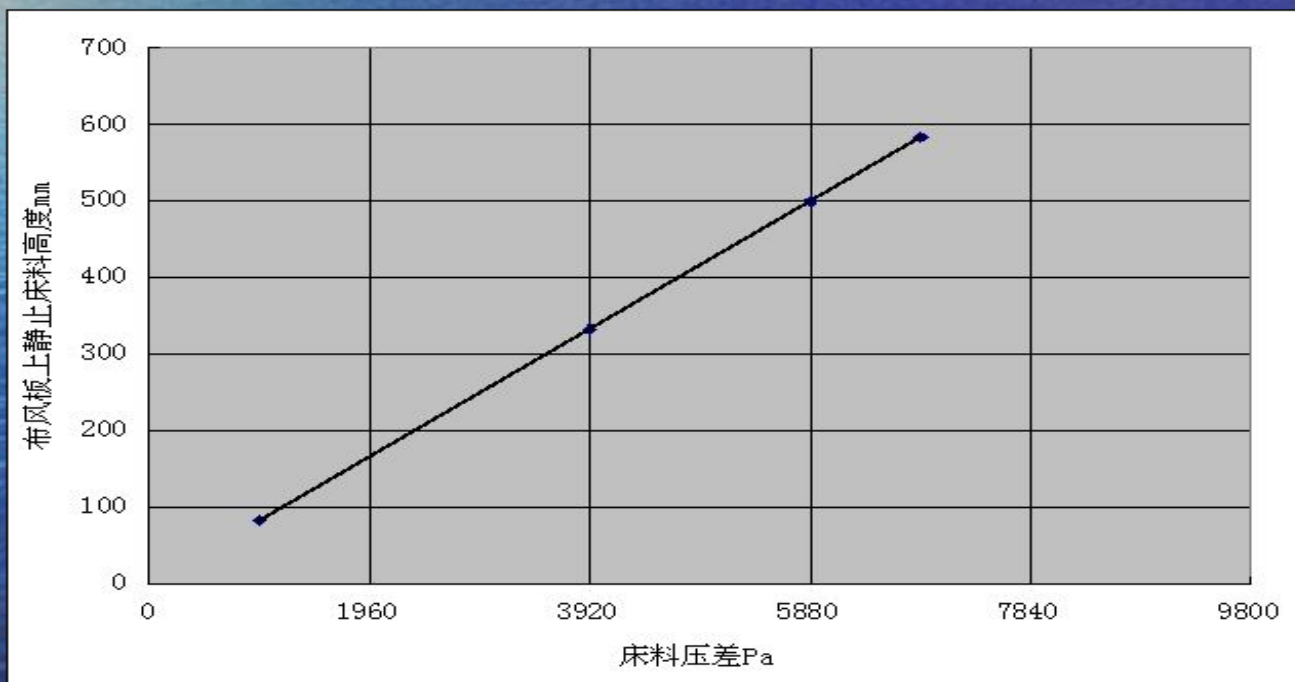




Учебный курс по целлюлозному заводу производительностью 400,000 т/г.



□ Приложение 6 .Отношение между высотой статических инертных материалов и напором инертных материалов





Учебный курс по целлюлозному заводу
производительностью 400,000 т/г.



Конец Спасибо!

**Котельное отделение теплоэлектростанции
Целлюлозного завода производительностью
400,000 т/г.**